Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України Черкаський державний технологічний університет

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Управління якістю в проектах» для студентів спеціальності 8.18010013 «Управління проектами» усіх форм навчання

Черкаси ЧДТУ 2011

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України Черкаський державний технологічний університет

Методичні вказівки

до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Управління якістю в проектах» для студентів спеціальності 8.18010013 «Управління проектами» усіх форм навчання

> Затверджено на засіданні кафедри управління проектами протокол № 10 від "<u>4</u>"<u>04</u>_2011 р.

Черкаси ЧДТУ 2011

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Управління якістю в проектах» для студентів спеціальності 8.18010013 «Управління проектами» усіх форм навчання / Укл. Донець О.М., Куницька С.Ю. – Черкаси: ЧДТУ, 2011. – 51 с.

Автори-укладачі: Лега Юрій Григорович, д.т.н., професор, Донець Оксана Миколаївна, к.т.н., доцент, Куницька Світлана Юріївна, к.т.н., доцент

Відповідальний редактор

Рецензент

Рудницький В.М., д.т.н., професор

Вступ	5
Вимоги до виконання, оформлення та здачі лабораторних робіт	6
Лабораторна робота № 1	7
Лабораторна робота № 2	12
Лабораторна робота № 3	17
Лабораторна робота № 4	
Лабораторна робота № 5	
Лабораторна робота № 6	
Лабораторна робота № 7	
Список літератури	
Додаток А	51

Дані методичні вказівки призначені для освоєння студентамимагістрами 5-ого курсу спеціальності 8.180113 - «Управління проектами» методів та моделей управління якістю в проектах, взаємозв'язку та взаємообумовленості дій в відповідності з принципами управління якістю, придбання навичок по використанню статистичних методів контролю якості в процесі виконання лабораторних робіт.

Основною метою викладання даної дисципліни є ознайомлення з етапами розвитку систем якості, сучасними стандартами ISO, етапами проведення сертифікації продукції, методами управління затратами на забезпечення якості.

Навчання магістрів ведеться в формі лекцій, лабораторних та самостійних занять з використанням сучасних персональних комп'ютерів. Самостійні заняття зводяться до написання рефератів та підготовки доповідей.

Мета проведення лабораторних занять: одержання практичних навичок по управлінню якістю в проектах за допомогою сучасних засобів, методів, стандартів контролю якості.

В результаті проведення лабораторних занять студент повинен:

- вміти будувати контрольний лист;
- вміти будувати гістограму;
- вміти будувати діаграму розкидів;
- вміти проводити стратифікацію даних;
- вміти будувати діаграму Парето;

• вміти будувати діаграму Ісікави (причинно-наслідкову діаграму або діаграму «риб'ячий скелет»;

• вміти будувати контрольну карту;

• вміти застосовувати державні стандарти України та міжнародні стандарти ISO.

Вимоги до виконання, оформлення та здачі лабораторних робіт

Жодне управління якістю як продукту, так і процесу неможливе без використання вже існуючих статистичних методів. Тому в стандартах ISO 9001 - 9003, де розглядаються системи якості, записано: "У разі потреби постачальник має розробляти процедури, що забезпечують вибір статистичних методів, необхідних для перевірки можливості технологічного процесу і прийнятності характеристик продукції".

Існує сім традиційних методів (інструментів) статистичного управління якістю:

1) графіки,

2) контрольні листки,

3) причинно-наслідкові діаграми,

4) діаграми розсіювання (розкиду),

5) гістограми,

6) діаграми Парето,

7) контрольні карти.

Саме ці методи стандартизовані і рекомендуються для використання в роботі щодо підвищення якості (міжнародний стандарт ISO 9004 - 4).

Лабораторні роботи, що представлені в методичних вказівках, призначені для набуття практичних навичок при використанні методів контролю якості.

При виконанні кожної лабораторної роботи студент опрацьовує розділ з теоретичними відомостями, аналізує поставлену задачу, виконує її засобами, вказаними в роботі. Завдання обираються по варіантам, що відповідають порядковому номеру студента в журналі групи або останнім двом цифрам номеру залікової книжки (за вибором викладача).

Після виконання кожної лабораторної роботи студент оформлює звіт на аркушах формату A4 у запропонованій формі і захищає лабораторну роботу у викладача.

По закінченні курсу лабораторних робіт студент представляє звіти по кожній з них, зібравши їх у єдиний звіт з титульним аркушем. Зразок оформлення титульного листа поданий у додатку А.

Кожна лабораторна робота повинна мати порядковий номер, тему, мету, хід виконання лабораторної роботи, результати її виконання та висновки. В звіті студент описує етапи виконання завдання та наводить результати, що були отримані на кожному етапі. У висновках необхідно зробити аналіз проміжних і основних результатів, а також засобів, за допомогою яких вони були отримані.

Лабораторна робота № 1

<u>Тема:</u> Графіки як інструмент статистичного контролю якості

Мета роботи: отримати практичні навички використання пакету *Excel* по використанню інструмента - графіки.

Теоретичні відомості

Графіки дають можливість оцінити стан процесу на даний момент, а також спрогнозувати більш віддалений результат по тенденціям процесу, які можна виявити на графіках (звичайно, треба враховувати, що такі прогнози можуть бути в багатьох випадках досить умовними). При відображенні на графіку зміни даних у часі графік ще називають часовим рядом.

Часовий ряд (лінійний графік) застосовується, коли потрібно найпростішим способом представити хід зміни величини, що спостерігається, за певний період, що спостерігається.

Часовий ряд призначений для наочного представлення даних. Точки на графіку наносяться в тому порядку, у якому вони зібрані. Оскільки вони позначають зміну величини, що спостерігається в часі, то дуже важлива послідовність їхнього нанесення на графік. Одне з найефективніших застосувань часового ряду полягає у виявленні істотних тенденцій чи змін середньої величини.

Зазвичай використовують наступні види графіків:

- 1. Виражений ламаною лінією.
- 2. Стовпчиковий.
- 3. Круговий.

Графік, виражений ламаною лінією, застосовується, коли необхідно самим простим способом представити зміну даних за певний період часу, наприклад, зміну розміру щорічної виручки від продажу виробів, обсягу виробництва або частки дефектних виробів.

Стовичиковий графік представляє кількісну залежність, виражену висотою стовпчика. Наприклад, залежність собівартості від виду виробу, суми втрат в результаті браку в залежності від процесу і т.д. Зазвичай стовпчики показують на графіку в порядку спадання висоти справа наліво. Якщо в числі факторів є група «Інші», то відповідний стовпчик на графіку показують крайнім справа.

Круговим графіком виражають співвідношення складових цілого параметра, наприклад, співвідношення обсягу виробництва продукції в загальному обсязі виробництва, сум виручки від продажу окремо за видами деталей та повної суми виручки, співвідношення елементів, що складають собівартість виробу і т.д.

Хід виконання роботи

Приклад 1. Розглянемо зміну кількості продажу путівок по рокам за певний проміжок часу (табл. 1.1) та відобразимо за допомогою графіка, вираженого ломаною лінією, також спрогнозуємо тенденцію на найближчі 2 роки.

Створюємо нову книгу Excel. Вводимо заголовок роботи, а також вихідні дані відповідно до табл. 1.1, після чого будуємо лінійний графік у вигляді ломаної лінії.

Таблиця 1.1

	01	111100	прод	, and y	<u> </u>						
Рік	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Сума
Кількість проданих путівок	100	150	180	135	150	169	145	175	165	130	1499
У %-му відношенні	6.67	10.01	12.01	9.01	10.01	11.27	9.67	11.67	11.01	8.67	100

Зміна продажу путівок по рокам

На першому кроці майстра діаграм вибираємо точкову діаграму, на якій значення з'єднані відрізками.

На другому кроці вводимо діапазон даних.

На третьому кроці вводимо заголовки діаграми і осей, основні лінії сітки по осях, легенду. Отриману діаграму редагуємо за допомогою контекстних меню (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Графік у вигляді ломаної лінії

Характер зміни кількості проданих путівок, а також прогноз дає лінія тренду, побудувати яку можна, відкривши контекстне меню на ламаній лінії і вибравши команду *Добавить линию тренда*.

У діалоговому вікні на вкладці **Тип** показані можливі типи лінії тренду. Щоб вибрати тип лінії, яка найкращим чином апроксимує дані, можна помістити на діаграмі лінії тренду всіх прийнятних типів (тобто лінійну, логарифмічну, поліноміальну другого ступеня, ступеневу і експоненціальну), задавши для кожної лінії на вкладці **Параметри** прогноз вперед на дві одиниці і розміщення на діаграмі величини достовірності апроксимації. При цьому після побудови чергової лінії величину достовірності апроксимації R² покажчиком миші доцільно встановити на вільне місце діаграми в ряд з іншими (рис 1.2).



Рис. 1.2. Вибір типу лінії тренду за величиною достовірності апроксимації

Виходячи з отриманих даних визначаємо середнє значення лінії тренду (табл. 1.2). Лінія тренду характеризує зміну кількості проданих путівок, а також прогноз подальшої тенденції процесу.

Таблиця 1.2

середне зна тения .	лиш тренду
Лінійна	0.0917
Степенева	0.2783
Логорифмічна	0.2323
Полономінальна	0.3977
Експонеціональна	0.1141
R ² _{cep}	0.2228

Середнє значення лінії тренду

Для апроксимуючої лінії можна припустити, що обсяг продажу путівок найближчі роки буде мати тенденцію до стабільного рівня на протязі часу (рис. 1.3).

За даними, представленими в табл. 1.1, зобразимо стовпчиковий графік, який представить кількісну залежність кількості проданих путівок, виражену висотою стовпчика (рис. 1.4).



Рис. 1.3. Середнє значення лінії тренду



Рис. 1.4. Стовпчиковий графік

Побудуємо круговий графік, де покажемо співвідношення частки кількості проданих путівок в процентному відношенні до загального обсягу путівок (100%) (рис. 1.5).

Висновок: після проведення розрахунків і побудови графіків, можна зробити висновок, що продаж путівок на найближчі роки буде залишатися на стабільному рівні, можливе невелике підвищення обумовлене тенденціями ринку.



Рис. 1.5. Круговий графік

Завдання на лабораторну роботу

1. Відобразити за допомогою лінійного графіка характер змін розміру щорічної виручки від продажу виробів (табл. 1.3), а також спрогнозувати тенденцію змін виручки в найближчі 4 роки.

Таблиця 1.3

Зміна щорічної виручки від продажу виробів по рокам

				J			-
Рік	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Виручка, тис. у.о.	777	852	767	866	838	927	923

2. Дані, представлені в табл. 1.4, зобразити у вигляді стовпчикового графіку.

Таблиця 1.4

Результати дослідження ст	гимулів купівлі вироб
Стимули покупки виробів	Число випадків
Якість	48
Зниження ціни	27
Гарантійний термін	21
Дизайн	20
Доставка	16
Інші	24

3. Дані співвідношення відмов комбайна по вузлам та агрегатам, представлені в табл. 1.5, зобразити у вигляді кругового графіку.

Таблиця 1.5

№ п/п	Тип відмови	Кількість вілмов
1	Жниварська частина	45
2	Гідрообладнання	33
3	Мотор	30
4	Молотарка	40
5	Ремені	27
6	Електрообладнання	22
7	Гідротрансмісія	13
8	Міст	10
9	Решта	30

Співвідношення відмов комбайна по вузлам та агрегатам

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

І. Тему і мету роботи.

II. Постановку задачі.

Ш. Хід виконання роботи.

IV. Результати побудови трьох видів графіків.

V. Висновки по побудованим графікам та щодо прогнозів.

Лабораторна робота № 2 <u>Тема:</u> Діаграма розсіювання

Мета роботи: отримати практичні навички використання пакету *Excel* по використанню інструмента – діаграми розсіювання.

Теоретичні відомості

Діаграма розсіювання (розкиду) застосовується, коли потрібно з'ясувати наявність лінійного зв'язку між двома контрольованими параметрами, тобто з'ясувати, як буде змінюватися одна змінна величина при зміні значень іншої. Діаграма розсіювання в той же час не показує, яка змінна є причиною, а яка наслідком.

Діаграма розсіювання (розкиду) показує взаємозв'язок між двома видами пов'язаних даних і підтверджує їх залежність. Такими двома видами даних можуть бути характеристика якості і вплив на неї факторів, наприклад:

1) дві різних характеристики якості,

2) два фактори, що впливають на одну характеристику якості і т.д.

Діаграма розсіювання будується у такому порядку: по горизонтальній осі відкладаються виміри величин одної змінної, а по вертикальній осі - іншої змінної. На самому полі діаграми відзначається точка, координати якої відповідають значенням першої і другої змінної.

Для побудови діаграми розсіювання потрібно не менше 30 пар даних (х, у). Осі х і у будують так, щоб довжини робочих частин були приблизно

однакові. На діаграму наносять точки (x, y), назву діаграми, число пар даних, назви осей тобто всю легенду даної діаграми. Точки, далеко віддалені від основної групи, є викидами і їх виключають із аналізу.

Можливі різні варіанти розміщення точок. Для встановлення сили зв'язку корисно визначити коефіцієнт кореляції за формулою:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$
(2.1)

Характерні варіанти скупчень точок представлені на рис. 2.1.



Рис 2.1. Характерні варіанти скупчень точок на діаграмах розсіювання

Коефіцієнт кореляції використовують тільки при лінійному зв'язку між величинами. Значення г знаходиться в межах від -1 до +1. Якщо г близько до 1, є сильна позитивна кореляція (сильний зв'язок між рядами даних). Якщо г близько до -1, є сильна негативна кореляція. При г, близькому до 0, кореляція слабка або фактично відсутня. Якщо г близько до 0,6 (або -0,6), кореляційна залежність вважається існуючою.

Помітимо, що саме поняття кореляції означає лінійний зв'язок. Якщо, візьмемо навіть абсолютно детермінований зв'язок, наприклад, але квадратичний, і розглянемо параболу $y = Cx^2$, то реальний зв'язок між X і Y, звичайно, буде і навіть абсолютно твердий відповідно до формули. Однак, якщо візьмемо ряд "вибіркових" значень Х в області додатних значень і такий же ряд в області від'ємних значень і обчислимо відповідні значення У, то, підставивши всі ці значення у формулу для коефіцієнта кореляції (2.1), одержимо r = 0, тобто кореляції немає! Якщо додатні і від'ємні значення X будуть не однаковими за абсолютною величиною, але в середньому симетричними щодо нуля, то формула покаже дуже маленьке значення r, хоча в даному експерименті змінні Х і У мають абсолютно тверду взаємозалежність. На цю властивість особливо варто звернути увагу при аналізі даних.

При графічному аналізі даних, що зветься "*діаграмою розкиду або розсіювання*", з розташування точок (*X_i*; *Y_i*) добре помітні тільки порівняно високі коефіцієнти кореляції, більш високі ніж 0,5 за абсолютною величиною (див. рис. 2.1 б). З іншого боку, для цілей реального управління поводженням випадкового показника якості на виробництві рекомендується

використовувати тільки випадки високої кореляції, з коефіцієнтом кореляції більш як 0,7 за абсолютною величиною.

Звичайно коефіцієнт кореляції обчислюють для окремих виробів, при цьому досліджується кореляція між двома показниками якості, що вимірюються для кожного виробу окремо, тобто між двома *індивідуальними* показниками якості. Наявність істотної кореляції (додатної чи від'ємної) вказує на наявність якоїсь причини, що одночасно впливає на перший і другий індивідуальні показники якості.

Однак при масовому виробництві продукції, виробленої партіями, можна обчислювати коефіцієнт кореляції між двома *груповими* показниками якості, що характеризують партії продукції. Такими груповими показниками якості можуть бути, наприклад, рівні невідповідностей двох визначених видів. Якщо для безлічі партій виділені два види рівнів невідповідностей, що можуть мати високу додатну кореляцію, то це вказує на існування загального фактора (причини), що викликає статистично пов'язані зміни цих двох видів невідповідностей. Тоді цей фактор повинен бути виявлений (якщо можливо) і встановлений таким, щоб мінімізувати обидва види невідповідностей.

Достовірність коефіцієнта кореляції можна оцінити, для цього обчислюють його середню помилку за формулою:

$$m_r = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} \tag{2.2}$$

При *г/m_r* ≥ 3 коефіцієнт кореляції вважається достовірним, тобто зв'язок між точками доведений. При *г/m_r* < 3, зв'язок недостовірний.

Хід виконання роботи

Приклад 2. Побудувати діаграму розсіювання, порахувати коефіцієнт кореляції. Використовуючи статистичну формулу КОРРЕЛ і провести оцінку отриманих даних.

Таблиця 2.1

	Дині для розрахунку косфіцієнна кореляції									
№ П/П	X	Y	Xi-Xcep	Yi- Ycep	(Xi- Xcep) ²	(Yi-Ycep) ²	(Xi-Xcep)* (Yi-Ycep)	KOPEHb (Xi- Xcep) ² *(Yi- Ycep) ²		
1	0,20	64,00	-11,43	-542,50	130,58	294306,25	6199,16	6199,16		
2	0,53	95,00	-11,10	-511,50	123,14	261632,25	5676,13	5676,13		
3	0,86	126,00	-10,77	-480,50	115,93	230880,25	5173,56	5173,56		
4	1,19	157,00	-10,44	-449,50	108,93	202050,25	4691,44	4691,44		
5	1,52	188,00	-10,11	-418,50	102,15	175142,25	4229,79	4229,79		
6	1,85	219,00	-9,78	-387,50	95,59	150156,25	3788,60	3788,60		
7	2,18	250,00	-9,45	-356,50	89,25	127092,25	3367,87	3367,87		
8	2,51	281,00	-9,12	-325,50	83,12	105950,25	2967,59	2967,59		
9	2,84	312,00	-8,79	-294,50	77,21	86730,25	2587,78	2587,78		
10	3,17	343,00	-8,46	-263,50	71,52	69432,25	2228,43	2228,43		
11	3,50	374,00	-8,13	-232,50	66,05	54056,25	1889,53	1889,53		
12	3,83	405,00	-7,80	-201,50	60,79	40602,25	1571,10	1571,10		
13	4,16	436,00	-7,47	-170,50	55,76	29070,25	1273,13	1273,13		
14	4,49	467,00	-7,14	-139,50	50,94	19460,25	995,62	995,62		
15	4,82	498,00	-6,81	-108,50	46,34	11772,25	738,56	738,56		
16	5,15	529,00	-6,48	-77,50	41,95	6006,25	501,97	501,97		

Дані для розрахунку коефіцієнта кореляції

17	5,48	560,00	-6,15	-46,50	37,79	2162,25	285,84	285,84
18	5,81	591,00	-5,82	-15,50	33,84	240,25	90,16	90,16
19	6,14	622,00	-5,49	15,50	30,11	240,25	-85,05	85,05
20	6,47	653,00	-5,16	46,50	26,59	2162,25	-239,80	239,80
21	6,80	684,00	-4,83	77,50	23,30	6006,25	-374,09	374,09
22	7,13	715,00	-4,50	108,50	20,22	11772,25	-487,93	487,93
23	7,46	746,00	-4,17	139,50	17,36	19460,25	-581,30	581,30
24	7,79	777,00	-3,84	170,50	14,72	29070,25	-654,21	654,21
25	8,12	808,00	-3,51	201,50	12,30	40602,25	-706,67	706,67
26	8,45	839,00	-3,18	232,50	10,09	54056,25	-738,66	738,66
27	8,78	870,00	-2,85	263,50	8,11	69432,25	-750,19	750,19
28	9,11	901,00	-2,52	294,50	6,34	86730,25	-741,26	741,26
29	9,44	932,00	-2,19	325,50	4,78	105950,25	-711,88	711,88
30	9,77	963,00	-1,86	356,50	3,45	127092,25	-662,03	662,03
31	10,10	994,00	-1,53	387,50	2,33	150156,25	-591,72	591,72
32	10,43	1025,00	-1,20	418,50	1,43	175142,25	-500,96	500,96
33	10,76	1056,00	-0,87	449,50	0,75	202050,25	-389,73	389,73
34	11,09	1087,00	-0,54	480,50	0,29	230880,25	-258,04	258,04
35	11,42	1118,00	-0,21	511,50	0,04	261632,25	-105,89	105,89
36	11,75	1149,00	0,12	542,50	0,02	294306,25	66,71	66,71
Сума	215,10	21834,00	-203,47	0,00	1573,11	3733485,00	39743,55	56902,39

Виходячи з отриманих даних в табл. 2.1, розраховуємо коефіцієнт кореляції.

1 Метод. Розраховуємо коефіцієнт кореляції через статистичну функцію КОРРЕЛ. В результаті отримуємо значення коефіцієнту кореляції 1.

Виходячи з розрахунку коефіцієнта кореляції, оцінюємо достовірність коефіцієнта кореляції:

$$m_r = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} = 0 \tag{2.3}$$

2 *Метод*. Розраховуємо середнє значення х та у:

X cep=	11,63
Y cep=	606,50

Розраховуємо значення коефіцієнта кореляції за формулою (2.1):

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sum (y_i - \bar{y})^2} = 0,7$$
(2.4)

Виходячи з розрахунку коефіцієнта кореляції, оцінюємо достовірність коефіцієнта кореляції:

$$m_r = \pm \frac{1 - r^2}{\sqrt{n}} = 0,09, \quad \partial e \quad \frac{r}{m_r} = 8,18.$$

Виходячи з початкових даних будуємо діаграму (рис. 2.2).

Висновок: проведені розрахунки свідчать про те, що коефіцієнт кореляції за першим методом дорівнює 1, це свідчить про сильний позитивний кореляційний зв'язок. Середнє значення достовірності коефіцієнта кореляції дорівнює 0, а це свідчить про недостовірний зв'язок.

За другим методом коефіцієнт кореляції дорівнює 0,70, це свідчить про те, що є позитивний кореляційний зв'язок. Достовірність коефіцієнта кореляції дорівнює 8,18, а це свідчить про достовірний зв'язок.

Виходячи з отриманих даних можливо зробити висновок що, між даними існує лінійна залежність, це видно з діаграми, а також, що між даними існує сильний зв'язок (коефіцієнт кореляції). Середнє значення коефіцієнта достовірності кореляції свідчить про те, що зв'язок між даними достовірний.



Рис. 2.2. Діаграма початкових значень

Завдання на лабораторну роботу

1. За експериментальними даними (табл. 2.2), що представляють розривне зусилля у паперу певного сорту товщиною x см, побудувати діаграму розсіювання, розрахувати коефіцієнт кореляції (за статистичною формулою КОРРЕЛ та за формулою r) та оцінити його достовірність за допомогою аналізу 2-х методів обрахунку відносно якості проекту.

Чи можливо визначити розривне зусилля паперу даного сорту за його товщиною?

Таблиця 2.2

№	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
у	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
у	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
у	63	66	70	72	66	65	69	65	69	61

Значення товщини паперу та розривного зусилля на цей папір

2. В таблиці 2.3 представлені дані взаємозалежності між змістом (%) компонента А в певному виді металевої сировини та твердістю за шкалою Роквелла. Розгляньте кореляційну взаємозалежність між процентним змістом *x* та твердістю *y*.

Таблиця 2.3

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X	3,9	6,5	3,7	4,5	5,0	5,8	3,3	6,2	3,6	3,9	5,1	6,4
у	56	55	43	55	46	54	42	63	48	45	50	58
№	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
X	4,2	4,9	6,0	5,4	4,4	3,8	6,7	4,6	4,3	6,3	5,2	6,4
у	50	54	52	50	60	53	63	51	45	60	48	61
№	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
X	6,2	5,5	2,7	2,8	5,4	5,8	6,6	5,3	4,2	4,3	4,0	5,4
У	56	46	41	43	58	60	61	55	46	53	51	56

Значення процентного вмісту компонента та твердості

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

І. Тему і мету роботи.

II. Постановку задачі.

Ш. Хід виконання роботи.

IV. Результати побудови діаграм розсіювання, розрахунку коефіцієнта кореляції для двох прикладів.

V. Висновки щодо взаємозв'язку між двома видами пов'язаних даних та виду залежності між цими даними.

Лабораторна робота № 3 <u>Тема:</u> Гістограми

Мета роботи: отримати практичні навички використання пакету *Excel* по використанню інструмента - гістограм.

Теоретичні відомості

Гістограма застосовується в тих випадках, коли необхідно дослідити та представити розподіл значень вимірюваної величини за допомогою стовпчикового графіка.

Гістограма - це серія стовпчиків однакової ширини, але різної висоти, що показує розсіювання і розподіл даних. Ширина стовпчика - це інтервал у діапазоні спостережень, висота - кількість даних, що припадають на той чи інший інтервал, тобто частота.

Діаграма Парето представляє у вигляді стовпчикового графіка частоту прояву кожної з подій. Тому діаграма Парето має справу тільки з характеристиками продукції чи послуги: типами дефектів, проблемами, загрозою безпеці тощо.

Гістограма має справу з вимірюваними даними (температура, вага, геометричні розміри тощо) та їх розподілом. При побудові діаграми зовсім не

важливо, у якому порядку було проведено виміри, хоча багато повторюваних подій дають результати, що змінюються в часі. Гістограма дозволяє оцінити характер розсіювання показника і розібратися в тому, на чому слід зосередити зусилля з поліпшення.

Гістограми можуть мати одну вершину. Однак не всі вони симетричні, тобто форма такого розподілу не завжди нагадує дзвін. Кількість стовпчиків на графіку гістограми в першу чергу визначається числом зроблених спостережень. Якщо при дуже великій кількості спостережень на гістограмі з'являється не одна вершина, а дві, то це означає, що дані зібрано з двох чи навіть більше джерел.

Характерні типи гістограм представлені на рис. 3.1.



Рис 3.1. Характерні типи гістограм

На рис. 3.1, *а* представлений тип гістограми з двосторонньою симетрією, що вказує на стабільність процесу.

На рис. 3.1, б в розподілі маємо два піки (двогорба гістограма). Таку гістограму отримуємо внаслідок поєднання двох розподілів, наприклад, у випадку двох видів сировини, зміни налаштувань процесу або об'єднання в одну партію виробів, оброблених на двох різних станках. В цьому випадку необхідно проводити розшарування продукції.

На рис. 3.1, *в* представлена гістограма з обривом. Такий розподіл маємо тоді, коли неможливо отримати значення нижче (або вище) певної величини. Подібне розподілення має місце також тоді, коли з партії виключені всі вироби з показником нижче (та/або вище) норми, тобто спочатку це була партія з великою кількістю дефектних виробів. Такий же розподіл отримуємо тоді, коли вимірювальні прилади були несправні.

На рис. 3.1, г представлена гістограма із острівцем. Такий вид гістограми утворюється через помилки у вимірюваннях або коли деяка кількість дефектних виробів змішана із якісними.

На рис. 3.1, д представлена гістограма з прогалинами («Гребінець»). Утворюється, коли ширина інтервалу не кратна одиниці вимірювання або при помилках оператора.

На рис. 3.1, *е* представлена гістограма у формі плато. Отримуємо тоді, коли поєднуються декілька розподілень за невеликою різницею середніх показників. В такому випадку потрібне розшарування даних.

Хід виконання роботи

Приклад 3. Виявити характер розсіювання показника якості виробів з металевого матеріалу.

Для визначення характеру розсіювання показника необхідно побудувати гістограму.

Порядок побудови гістограми:

1. Намітити досліджуваний показник якості. У даному випадку це коефіцієнт деформації матеріалу.

2. Виконати вимірювання. Повинно бути не менше 30 ... 50 даних, оптимально - близько 100.

Результати вимірювань коефіцієнта деформації представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

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

Значення коефіцієнта деформації

Результати вимірювань вводимо в електронну таблицю. У комірку А1 вводимо заголовок роботи. Починаючи з клітинки АЗ вводимо в стовпець порядкові номери вимірювань з 1 по 100, наприклад за допомогою команди *Правка > Заполнить > Прогрессия*... В комірки ВЗ: В102 вводимо значення коефіцієнта деформації з таблиці 3.2.

1. Вводимо одиницю вимірювань. Одиниця вимірювань дорівнює точності, з якою проводилися вимірювання, в даному випадку 0,1. Вводимо одиницю вимірювань в комірку Е2.

2. Знаходимо мінімальне та максимальне значення вибірки. Мінімальне і максимальне значення вибірки знаходимо за допомогою статистичних функцій **МИН і МАКС** відповідно в комірки ЕЗ і Е4. При цьому інтервал для цих функцій вказуємо від комірки В3 до комірки В102.

3. Знаходимо розмах вибірки у комірки Е5 як різниця між максимальним і мінімальним значеннями вибірки.

4. Визначаємо попередню кількість інтервалів К_{попер} як квадратний корінь з обсягу вибірки N. Кількість інтервалів знаходимо у комірку Еб.

Оскільки кількість інтервалів має бути цілим числом, тобто отриманий квадратний корінь слід округлити до цілого значення, то спочатку у комірку Е6 вводимо математичну функцію ОКРУГЛ. У рядку **Количество_цифр** цієї функції вказуємо 0, тому необхідно округлення до цілого числа.

Потім переводимо курсор в рядок **Число** і як аргумент функції ОКРУГЛ вбудовуємо функцію КОРЕНЬ. Для цього в рядку формул відкриваємо список функцій, вибираємо Другие функции... і відкриваємо математичну функцію КОРЕНЬ. В якості аргументу функції КОРЕНЬ знову за допомогою списку в рядку формул вибираємо статистичну функцію СЧЁТ, як аргумент якої вводимо діапазон комірок від В3 до В102. Оскільки функція СЧЁТ підраховує кількість чисел у вказаному діапазоні, тобто в даному випадку обсяг вибірки, то буде отримано значення 100. Потім функція КОРЕНЬ перерахує це значення в 10, а функція ОКРУГЛ округлити його до цілих, тобто до 10. У цілому формула в комірці Е6 буде виглядати приблизно так:

= ОКРУГЛ (КОРЕНЬ (СЧЁТ (В3: В102)); 0)

5. Визначаємо ширину інтервалу у комірки Е7 за формулою h = R / К_{попер} з округленням до одиниці виміру, тобто в нашому випадку до десятих часток. Формула в комірці Е7 буде виглядати так: = ОКРУГЛ (E5/E6; 1).

В результаті отриманих розрахунків з пунктів 1-5 отримуємо дані і вносимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Розрахунки	1-5	
Од.виміру	0,1	
Xmin	9,9	
Xmax	11,8	
R	1,9	
Кпопер	10	
h	0,2	

6. Вводимо номери інтервалів. Для цього в комірку D9 вводимо заголовок стовпця № інт. Починаючи з комірки D10 вводимо номери інтервалів з 1 приблизно до 25.

7. Розраховуємо *межі та середини інтервалів*. У комірці Е10 розраховуємо нижню межу першого інтервалу за формулою

Xmin - од.вим. / 2

Для цього в комірку E10 вводимо формулу = E3-E2 / 2 і отримуємо значення нижньої межі першого інтервалу 0,05.

В комірці E11 розраховуємо нижню межу другого інтервалу, додаючи до нижньої межі першого інтервалу значення кроку. Формула в комірці E11 буде виглядати = E10 + E7. Після вказівки необхідної абсолютної адресації копіюємо цю формулу в діапазон E12: E34.

В комірці F10 розраховуємо верхню межу першого інтервалу, додаючи до його нижньої межі значення кроку. Після вказівки необхідної абсолютної адресації отриману формулу копіюємо в діапазон F11: F34.

В комірці G10 розраховуємо середнє значення першого інтервалу, наприклад, за статистичною формулою СРЗНАЧ. Отриману формулу копіюємо в діапазон G11: G34.

Оскільки вже у десятому інтервалі нижня межа дорівнює 1,85, що більше Хтах, то необхідна кількість інтервалів дорівнює 9, тому вміст комірок діапазону D19: F34 слід очистити.

8. Підраховуємо *частоту появи результатів вимірювань в інтервалах*. В комірці H10 розраховуємо частоту для першого інтервалу за допомогою статистичної функції СЧЁТЕСЛИ.

Функція СЧЁТЕСЛИ підраховує кількість непустих комірок у вказаному діапазоні, що задовольняють заданій умові. Варто підрахувати, скільки разів в діапазоні ВЗ:В102 зустрічаються комірки, значення яких знаходяться в межах першого інтервалу, тобто більше 0,05, але менше 0,25. Таким чином, треба підрахувати комірки, значення яких задовольняють подвійному умові.

Однак функція СЧЁТЕСЛИ використовує тільки одинарне умова. Тому у формулі, що записується в комірці Н10, функцію СЧЁТЕСЛИ використовуємо двічі.

Спочатку у функції СЧЁТЕСЛИ вводимо діапазон ВЗ: В102 і умову "> 0,05" (на жаль, не можна вказати умову "> Е10", посилаючись на значення нижньої межі інтервалу, оскільки функція СЧЁТЕСЛИ використовує в якості умови критерій у формі числа, виразу чи тексту, але не в формі посилання на клітинку).

Потім переводимо курсор в рядок формул, ставимо знак мінус, знову вводимо функцію СЧЁТЕСЛИ, вказуємо в ній діапазон ВЗ: В102 і умову "> 0,25". У результаті отримуємо розрахункову формулу = СЧЁТЕСЛИ (ВЗ: В102; "> 0,05")- СЧЁТЕСЛИ (ВЗ: В102; "> 0,25"), за якою розраховується частота для першого інтервалу. Після вказівки абсолютної адресації для інтервалів копіюємо цю формулу в діапазон Н11:Н18. Оскільки в скопійованій формулі межі інтервалів були вказані чисельними значеннями, то в формулах комірок діапазону H11:H18 слід виправити чисельні значення меж на відповідні тому чи іншому діапазону.

Наприклад, в комірці Н11 формула буде виглядати так:

=СЧЁТЕСЛИ(\$B\$3:\$B\$102;">0,25")-СЧЁТЕСЛИ(\$B\$3:\$B\$102;">0,45").

В результаті отриманих розрахунків з пунктів 6-8 отримуємо дані, представлені в таблиці 3.3.

9. Будуємо гістограму розподілу. Відкриваємо майстер діаграм, обираємо тип Гистограмма та вид Обычная гистограмма отображает значения различных категорий. На другому кроці на вкладці Диапазон данных вказуємо діапазон Н10:Н18. На вкладці Ряд в рядку Подписи по Х вказуємо діапазон G10:G18 (можливо зазначення діапазону E10:F18). На третьому кроці вводимо заголовки по осям, а також видаляємо легенду та лінії сітки. Після створення діаграми редагуємо її, використовуючи контекстне меню. А саме, відкривши контекстне меню на одному із стовпців вибираємо Формат діаграми, команду рядов данных..., вкладку Параметры, та встановлюємо ширину проміжку 0.

Таблиця 3.3

	105		JIIJIIKIID	00	
N⁰	Ниж.	Bepx.	Comorria	Частота	
інтер	межа	межа	Середнє	F	
1	9,85	9,95	9,9	1,0	
2	9,95	10,05	10	3,0	
3	10,05	10,15	10,1	4,0	
4	10,15	10,25	10,2	7,0	
5	10,25	10,35	10,3	5,0	
6	10,35	10,45	10,4	10,0	
7	10,45	10,55	10,5	8,0	
8	10,55	10,65	10,6	9,0	
9	10,65	10,75	10,7	8,0	
10	10,75	10,85	10,8	7,0	
11	10,85	10,95	10,9	8,0	
12	10,95	11,05	11	2,0	
13	11,05	11,15	11,1	4,0	
14	11,15	11,25	11,2	7,0	
15	11,25	11,35	11,3	4,0	
16	11,35	11,45	11,4	4,0	
17	11,45	11,55	11,5	1,0	
18	11,55	11,65	11,6	3,0	
19	11,65	11,75	11,7	4,0	
20	11,75	11,85	11,8	1,0	
21	11,85	11,95	11,9	100,0	Сума
22	11,95	12,05	12		
23	12,05	12,15	12,1		
24	12,15	12,25	12,2		
25	12,25	12,35	12,3		
26	12,35	12,45	12,4		
27	12,45	12,55	12,5		
28	12,55	12,65	12,6		
29	12,65	12,75	12,7		
30	12,75	12,85	12,8		
31	12,85	12,95	12,9		
32	12,95	13,05	13		
33	13,05	13,15	13,1		
34	13,15	13,25	13,2		
35	13,25	13,35	13,3		
36	13,35	13,45	13,4		
37	13,45	13,55	13,5		
38	13,55	13,65	13,6		
39	13,65	13,75	13,7		
40	13,75	13,85	13,8		
41	13,85	13,95	13,9		
42	13,95	14,05	14		
43	14,05	14,15	14,1		
44	14,15	14,25	14,2		
45	14,25	14,35	14,3		
46	14.35	14.45	14.4		

Розрахунків з пунктів 6-8

	1	i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	
47	14,45	14,55	14,5
48	14,55	14,65	14,6
49	14,65	14,75	14,7
50	14,75	14,85	14,8
51	14,85	14,95	14,9
52	14,95	15,05	15
53	15,05	15,15	15,1
54	15,15	15,25	15,2
55	15,25	15,35	15,3
56	15,35	15,45	15,4
57	15.45	15.55	15.5
58	15.55	15.65	15.6
59	15.65	15.75	15.7
60	15.75	15.85	15.8
61	15.85	15.95	15.9
62	15,95	16.05	16
63	16.05	16.15	16.1
64	16.15	16.25	16.2
65	16,15	16 35	16.3
66	16.35	16,55	16.4
67	16.45	16,15	16.5
68	16 55	16,55	16,5
60	16,55	16,05	16.7
70	16.75	16.85	16.8
70	16.85	16.05	16.0
71	16.05	17.05	10,7
72	17.05	17,05	17.1
74	17,05	17,15	17,1 17.2
75	17,15	17,25	17.2
76	17,25	17,55	17,5
70	17,55	17,5	17,4
78	17,15	17,55	17,5
70	17,55	17,05	17,0
80	17,05	17,75	17,7
81	17,75	17,05	17,0
82	17.05	18.05	18
83	18.05	18.15	18.1
84	18.15	18.25	18.2
85	18.25	18 35	18.3
86	18 35	18.45	18.4
<u>87</u>	18.45	18 55	18.5
88	18 55	18.65	18.6
89	18.65	18 75	18.7
90	18 75	18.85	18.8
Q1	18.85	18.05	18.0
Q7	18.05	19.05	10,9
03	10,75	10.15	10 1
93 Q/	19.15	19.15	10.7
95	19.25	19.35	19,2
96	19 35	19.45	19.4
20	,55		±~,'

97	19,45	19,55	19,5
98	19,55	19,65	19,6
99	19,65	19,75	19,7
100	19,75	19,85	19,8
101	19,85	19,95	19,9
102	19,95	20,05	20
103	20,05	20,15	20,1
104	20,15	20,25	20,2
105	20,25	20,35	20,3
106	20,35	20,45	20,4
107	20,45	20,55	20,5
108	20,55	20,65	20,6
109	20,65	20,75	20,7
110	20,75	20,85	20,8

Готова гістограма представлена на рис. 3.2.

Важливе подання гістограми у вигляді безперервної кривої чи ламаної лінії. Для цього потрібно в області гістограми відкрити контекстне меню, вибрати команду **Тип диаграммы...**, вибрати діаграму **Точечная** та відповідний їй вид (рис. 3.3, 3.4).



Рис. 3.2. Гістограма у вигляді стовпчиків



Рис. 3.3. Гістограма у вигляді ламаної лінії



Рис. 3.4. Гістограма у вигляді неперервної кривої

Висновок: отримана гістограма свідчить про те, що має місце нестабільний процес. Про це свідчить те, що гістограма немає вираженої симетрії. Якщо на початку спостерігається швидке пікове збільшення, то в кінці спостерігається пікове зменшення.

Завдання на лабораторну роботу

1. Виконати розрахунки і побудову у відповідності з прикладом 3.

2. Побудувати гістограму за результатами вимірювання довжини деталей, мм (табл. 3.4). Які міри необхідні для стабілізації технологічного процесу?

	Aun npo posynbrum binnprobumbi dobkimi doraton								
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

Дані про результати вимірювання довжини деталей

Таблиця 3.4

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

І. Тему і мету роботи.

II. Постановку задачі.

Ш. Хід виконання роботи.

IV. Результати побудови гістограм трьох видів.

V. Висновки по побудованим гістограмам.

Лабораторна робота № 4 *Тема: Діаграма Парето*

Мета роботи: отримати практичні навички використання пакету *Excel* для побудови діаграми Парето.

Теоретичні відомості

Діаграма Парето застосовується, коли потрібно представити відносну важливість усіх проблем або умов з метою вибору відправної точки для вирішення проблем, простежити за їх результатом і визначити основну причину проблеми.

Діаграма Парето являє собою особливу форму вертикального стовпчикового графіка, що допомагає визначити наявність проблем, а також ступінь важливості кожної з них. Крім того, завдяки діаграмі приводять кумулятивну криву накопиченого процента причин.

У випадку, коли необхідно зробити висновок, по яких саме видах з великого числа виявлених видів браку (причин відхилення процесу) можна знайти вирішення проблеми якості, що виникла на виробництві, проводять розшарування та аналіз ABC діаграм Парето.

Діаграма Парето дозволяє проаналізувати проблеми з будь-якої сфери діяльності виробництва, а також у сфері управління якістю. Причини зміни якості розподіляються на дві групи: небагаточисельні - дуже важливі та багаточисельні - не важливі. Аналізуючи та усуваючи причини першої групи, можна усунути майже всі витрати, які викликані зниженням якості.

Діаграму Парето доцільно використовувати разом з причиннонаслідковою діаграмою, тобто діаграмою Ісікави.

При використанні діаграми Парето спочатку будують діаграму по результатам діяльності для виявлення головної проблеми з усіх існуючих. Далі будують діаграму за причинами для виявлення головних причин цієї проблеми та її рішення. Після проведення корегуючих операцій діаграму Парето можливо заново побудувати та перевірити ефективність проведених покращень.

Порядок побудови діаграми Парето:

1) Вибираються проблеми, які необхідно порівняти, і розташовуються в порядку їхньої важливості. Ступінь важливості тієї чи іншої проблеми визначається звітними документами (даними спостережень).

2) Визначається критерій для порівняння одиниць виміру (у натуральних чи вартісних характеристиках).

3) Визначається період часу для вивчення.

4) Групуються дані по категоріях і порівнюються критерії кожної групи.

5) Категорії перелічуються зліва направо у порядку зменшення значимості критерію (причини). До останнього стовпчика вносять категорії, що мають найменше значення.

При використанні діаграми Парето для контролю важливих факторів розповсюдженим є АВС-аналіз (це поділ кривої Парето на три частини). Наприклад, якщо на складі знаходиться велика кількість деталей, то проводити контроль усіх деталей без введення різновидності не має сенсу.

Але якщо розділити всі деталі на групи за їх вартістю, то на долю групи найбільш дорогих деталей (група A), які складають 20-30% від загального числа деталей, припадає 70-80% від загальної вартості всіх деталей на складі. На долю групи найдешевших деталей (група C) випадає 40-50% від всієї кількості деталей, та припадає всього 5-10% від загальної вартості. Вартість найменш дорогої групи (групи B) складає 20-30% від загальної вартості. Контроль деталей на складі буде ефективним, якщо контроль деталей групи А буде жорсткішим, а контроль деталей групи С – більш спрощеним.

Рекомендується складати декілька допоміжним діаграм, які входять до складу групи А для того, щоб послідовно проаналізувати їх та наприкінці скласти відповідну кінцеву діаграму Парето для конкретних явищ недоброякісності.

Хід виконання роботи

Приклад 4. Дослідити проблему виникнення браку при випуску деталей.

З урахуванням того, що втрати від браку однієї деталі кожного виду приблизно однакові, в якості одиниці вимірювання вибираємо число дефектних деталей кожного виду.

Після заповнення контрольних листків отримали дані, які представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

дані про число дефектних дегалей кожного виду							
№ деталі	1	2	3	4	5	6	Інші
Число дефектних деталей	255	101	59	39	26	15	11

Дані про число дефектних деталей кожного виду

По отриманим даним розробимо таблицю для перевірки даних.

Створимо нову книгу Excel. В комірці А1 вводимо заголовок роботи. В комірці А3:Е3 вводимо заголовки: № деталі, Число дефектних деталей, Накопичена сума деталей, Відсоток деталей, Накопичений відсоток. Для розміщення заголовків використаємо третю строку та використаємо команду Формат > Ячейки..., вкладку Выравнивание, а також режим вирівнювання по вертикалі По центру та режим відображення Переносить по словам.

В комірці A4:B10 запишемо данні з таблиці 4.1. В комірку A11 вводимо заголовок **Всього**. В комірці B11 розраховуємо загальне число дефектних деталей за допомогою математичної формули СУММ.

Для *розрахунку накопиченої суми деталей* в комірку С4 вволимо значення 255, тобто число дефектних деталей 1. В комірці С5 складаємо число дефектних деталей 1 та 2, тобто вводимо формулу =С4+В5.Для розрахунку накопиченої суми деталей в інших комірках скопіюємо формулу з комірки С5 в діапазон розрахунків С6:С10.

Для *розрахунку відсотка деталей* слід поділити число дефектних деталей кожного виду на загальне число дефектних деталей та помножити на 100. Таким чином, в комірку D4 введемо формулу =B4/B11*100. Після уточнення необхідної абсолютної адресації скопіюємо цю формулу в діапазон D5:D10. Тоді в комірці D11 розрахуємо загальний відсоток по сумі, який повинен скласти 100%.

Для розрахунку накопиченого відсотка деталей в комірку Е4 значення (тільки значення, не формула) із комірки D4. Для цього використаємо команду **Правка > Копировать** и **Правка > Специальная вставка...** В комірці E5 просумуємо відсоток дефектних деталей 1 та 2, тобто вводимо формулу =E4+D5. Для розрахунку накопиченого відсотка в інших комірках копіюємо формулу із комірки E5 до діапазону E6:E10.

За таблицею для перевірок даних побудуємо діаграму Парето. Для цього відкриємо в майстрі діаграм вкладку **Нестандартные**, виберемо діаграму типу **График/гистограмма 2**. На другому кроці вкажемо діапазон даних A4:B10; E4:E10. На третьому кроці вводимо заголовки та складаємо легенду до діаграми Парето.

Після створення діаграми з допомогою майстра діаграм необхідно її передивиться та визнати за допомогою контекстного меню. Максимальне

значення шкали **Число дефектних деталей** вкажемо як 506, а мінімальне 0. Максимальне значення шкали **Накопичений відсоток** вкажемо 100. Відкриємо контекстне меню на одному зі стовпців, виберемо команду **Формат рядов данных...** вкладки **Параметры** та встановимо проміжку 0.

Результати розрахунків показані в табл. 4.2 та на рис. 4.1.

Таблиця 4.2

№ деталі	Число дефектних деталей	Накопичена сума деталей	Відсоток деталей	Накопичений відсоток
1	255	255	50,3952569	50,39525692
2	101	356	19,9604743	70,35573123
3	59	415	11,6600791	82,01581028
4	39	454	7,70750988	89,72332016
5	26	480	5,13833992	94,86166008
6	15	495	2,96442688	97,82608696
Інші	11	506	2,17391304	100
Всього	506		100	

Розрахунки для побудови діаграми Парето



Рис. 4.1. Побудова діаграми Парето по числу дефектних деталей

Як бачимо з діаграми, до групи А можна віднести деталі 1 та 2 (70% від браку), до групи В – деталі 3, 4, 5, до групи С – деталі 6 та інші.

Для виявлення більш важливих дефектів необхідно побудувати діаграми Парето по наявності дефектності в деталях 1 та 2.

Розглянемо побудову такої діаграми для деталі 1. В якості одиниці виміру виберемо суму збитку від браку. Після дослідження явища дефектності отримали данні, представленні в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Суми зоитків для різних дефектів					
Дефект	Сума збитку				
Крок різьби завищений	1,5				
На ріжучій кромці різця наліпи	6,9				
Затримка операції	1,9				
Пропуск операції	0,4				
Залишилась чорнота	0,9				
Скіс кромки збільшений	0,6				
Зовнішній діаметр занижений	8,3				
Інші	0,2				

Суми збитків для різних дефектів

Розрахуємо необхідні величини для побудови діаграми Парето для окремої деталі.

Таблиця 4.4

Дефект	Сума втрат, млн. грн.	Накопичена сума деталей	Відсоток деталей	Накопичений відсоток
Залишилась чорнота	0,9	0,9	4,34782609	4,347826087
Затримка	1,9	2,8	9,17874396	13,52657005
Зовнішній діаметр занижений	8,3	11,1	40,0966184	53,62318841
Інші	0,2	11,3	0,96618357	54,58937198
На ріжучій кромці різця наліпи	6,9	18,2	33,3333333	87,92270531
Пропуск операції	0,4	18,6	1,93236715	89,85507246
Скіс кромки збільшений	0,6	19,2	2,89855072	92,75362319
Крок різьби завищений	1,5	20,7	7,24637681	100
Всього	20,7		100	

Розрахунки для побудови Діаграми Парето для деталі 1

За даними таблиці 4.4 побудуємо діаграму Парето (рис. 4.2).

Висновок: як бачимо з діаграми до групи А віднесемо заниження зовнішнього діаметру та настоювання ріжучої кромки різця (73% від суми збитків), до групи В – затримка та завищений крок різьби, залишилась чорнота, до групи С – збільшення скосу кромки, пропуск операції та інші.

Для виявлення найбільш важливих причин збитків необхідно побудувати діаграму Парето по причинам заниження зовнішнього діаметра та настоювання ріжучої кромки різця.



Рис. 4.2. Побудова діаграми Парето по числу дефектних деталей

Завдання на лабораторну роботу

Виконати розрахунки і побудувати діаграму Парето за причинами заниження зовнішнього діаметру.

При побудові діаграми для причин заниження зовнішнього діаметру після заповнення контрольних листків отримали дані, представлені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5

плыкить дефектив для різн	них видів причин
Причина	Кількість дефектів
Зміщення копіру	53
Недосвідченість оператора	11
Неточність робочого інструменту	4
Застаріле креслення	98
Помилки в управлінні станком	20
Неточність станка	8
Інші	7

Kint rictt nedertip and night

За цими даними необхідно побудувати діаграму Парето, виявити причини заниження зовнішнього діаметру групи А та запропонувати за ними корегуючі дії.

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

І. Тему і мету роботи.

П. Постановку задачі.

Ш. Хід виконання роботи.

IV. Результати побудови таблиці розрахунків та діаграми Парето.

V. Висновки по побудованій діаграмі та пропозиції щодо значних і незначних причин та застосування корегуючих дій по управлінню якістю.

Лабораторна робота № 5 <u>Тема</u>: Діаграма Ісікави як інструмент відображення зв'язку між наслідком та причинами

Мета роботи: отримати практичні навички використання пакету *Excel* для побудови діаграми Ісікави.

Теоретичні відомості

Діаграма Ісікави — відома як діаграма «риб'ячої кістки» (англ. Fishbone Diagram) або «причинно-наслідкова» діаграма (англ. Cause and Effect Diagram), а також як діаграма «аналізу кореневих причин».

Діаграма Ісікави — графічний спосіб дослідження та визначення найбільш суттєвих причинно-наслідкових взаємозв'язків між чинниками (факторами) та наслідками у досліджуваній ситуації чи проблемі. Діаграма названа на честь одного з найбільших японських теоретиків менеджменту професора Ісікави Каору, який запропонував її 1952 року (за іншими даними — 1943 року), як доповнення до існуючих методик логічного аналізу та покращення якості процесів в промисловості Японії.

Ісікава є одним з розробників нової концепції організації виробництва, втіленої на фірмі «Тойота». Запропонована професором Каору Ісікава схема унаочнює роботу над покращенням якості виробничих процесів. Вона, як і більшість інструментів якості, є засобом візуалізації та організації знань, який систематичним чином полегшує розуміння і кінцеву діагностику певної проблеми.





Рис. 5.1. Фактори (причини) на діаграмі Ісікави

Причинно-наслідкова діаграма (схема Ісікави) є ефективним засобом для організації і показу різних гіпотез (як результат мозкового штурму), що поєднують потенційні причини з наслідками, які виникають. Діаграма базується на чіткому взаємозв'язку між показниками якості і факторами, що впливають на них.

Діаграма сприяє визначенню головних чинників, які спричиняють найбільш значний внесок до проблеми, що розглядається, та попередженню або усуненню їх дії. Послідовність розробки причинно-наслідкової діаграми.

1. Визначте показник якості.

2. Напишіть показник якості в середині правого краю листка паперу і проведіть лінію хребта (рис 5.2).



Рис. 5.2. Початковий крок побудови діаграми

3. Використовуйте метод мозкового штурму для виявлення головних можливих причин проблеми якості.

4. Запишіть головні причини (категорії), що впливають на показник якості й обведіть їх.

5. З'єднайте лініями ("великими кістками") головні причини з "хребтом" (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Відображення на діаграмі головних причин

6. Визначте і запишіть вторинні причини для вже записаних головних причин.

7. З'єднайте лініями ("середніми кістками") вторинні причини з "великими кістками" (рис. 5.4).

8. Перевірте логічний зв'язок кожного причинного ланцюжка.

9. Нанесіть усю необхідну інформацію і перевірте закінченість діаграми.

Схема знаходить широке застосування при розробленні нової продукції, з метою виявлення потенційних факторів, дія яких викликає спільний ефект.

Вигляд діаграми при розгляді поля досліджуваної проблеми справді нагадує кістяк риби (очі звичайно рухаються зліва направо, як при читанні рядка тексту). Проблема позначається основною стрілкою. Фактори, що посилюють проблему, відображають стрілками, похиленими до основної праворуч, а ті, що нейтралізують проблему — з нахилом вліво. При поглибленні рівня аналізу до стрілок факторів можуть бути додані стрілки факторів другого порядку і т. д. Далі поглиблюють розділення виявлених чинників за їх зростаючою специфічністю до тих пір, поки гілки проблеми піддаються додатковому поділу (при цьому необхідно виявляти справжні причини, а не симптоми).



Рис. 5.4. Відображення на діаграмі вторинних причин

Ключове завдання полягає у тому, щоб мати від трьох до шести основних категорій, які охоплюють всі можливі впливи. Тут використовують стратифікацію в сфері виробництва (рис. 5.5) та надання послуг (рис. 5.6). Фактично максимальна глибина такого дерева досягає чотирьох або п'яти рівнів. Коли така створювана діаграма є повною, вона відтворює досить повну картину всіх можливих основних причин визначеної проблеми.



Рис. 5.5. Структура категорій діаграми в виробничій сфері



Рис. 5.6. Структура категорій діаграми в сфері надання послуг

Діаграма Ісікави використовується як аналітичний інструмент для перегляду дії можливих факторів та виокремлення найбільш важливих причин, дія яких породжує конкретні наслідки та піддається управлінню.

Хід виконання роботи

Приклад 5. Побудувати діаграму Ісікави, яка покаже які фактори впливають на якість молочної продукції.

Діаграма Ісікави, що зображує взаємозв'язки між чинниками, які впливають на якість молочної продукції, представлена на рис. 5.7.



Рис. 5.7. Приклад діаграми Ісікави

На рис. 5.7 введені такі позначення:

1 – сировина, з якої виготовляється молочна продукція, має прямий вплив на якість кінцевого продукту:

1.1. - умови доставки сировини – дотримання всіх вимог доставки молока має певний вплив на якість продукції;

1.2. – умови зберігання сировини – неправильні умови зберігання сприяють швидкому псуванню продукції.

2 - обладнання – використання нового та якісного обладнання забезпечує швидке та якісне виготовлення молочної продукції, виключає часті поломки, затримки, брак:

2.1. - час використання обладнання – використання одного і того ж

обладнання протягом десятків років спричиняє його моральне старіння;

2.1.1. - фінансовий стан фірми (спроможність замінити застаріле обладнання на нове).

3 - час технічних процесів – затримки чи простої можуть викликати псування молочної продукції:

3.1. - кваліфікація персоналу – залучення до роботи висококваліфікованого персоналу забезпечує швидке і точне виконання роботи;

3.1.1. навчання персоналу – для підвищення кваліфікації персоналу необхідно деяку увагу приділяти їх навчанню.

4 - кількість добавок – впливає на смак, корисність продукції та швидкість її псування.

Завдання на лабораторну роботу

Початкові дані для побудови причинно-наслідкової діаграми для кожного студента визначаються по порядковому номеру в журналі і наведені в таблиці 5.1. При бажанні студенти можуть будувати причиннонаслідкову діаграму, вибираючи вільний наслідок, але який не входить в перелік таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

№ по списку в	Насцілок або принина діаграми			
групі	Паслідок або причина діаграми			
1	Запізнення на роботу			
2	Якість освіти в вищих навчальних закладах			
3	Якість автосервісу			
4	Якість медобслуговування			
5	Сервіс закладів харчування			
6	Якість послуг в стоматології			
7	Якість молочної продукції			
8	Якість спортивного взуття			
9	Якість мобільних телефонів			
10	Якість роботи таксі			
11	Якість послуг, що надають сервіс-центри			
12	Якість м'ясної продукції			
13	Якість товарів дитячого харчування			
14	Якість обслуговування в ресторанах			
15	Якість консервованих продуктів			
16	Якість рибних консервів			
17	Якість хлібобулочних виробів			
18	Якість товарів побутової техніки			
19	Якість життя			
20	Якість соків та нектарів			

Початкові дані для причинно-наслідкової діаграми

Звіт з лабораторної роботи повинен містити:

І. Тему і мету роботи.

II. Постановку задачі.

Ш. Хід виконання роботи.

IV. Побудована причинно-наслідкова діаграма.

V. Висновки по побудованій діаграмі Ісікави.

Лабораторна робота № 6 <u>Тема</u>: Контрольні карти за кількісними показниками

Мета роботи: отримати практичні навички створення та обробки контрольних карт за кількісними показниками в середовищі *Microsoft Excel*.

Теоретичні відомості

Контрольна карта застосовується в тих випадках, коли необхідно встановити, скільки коливань у процесі викликається випадковими змінами і скільки через надзвичайні обставини або окремі дії, щоб визначити, чи піддається процес статистичному регулюванню.

Контрольна карта являє собою зображення тимчасового ряду зі статистично визначеними верхньою і нижньою межами. Ці межі наносяться по обидві сторони від середньої лінії процесу. Вони називаються "верхня контрольна межа" і "нижня контрольна межа".

Цілями застосування контрольних карт можуть бути:

• виявлення некерованого процесу;

• контроль за керованим процесом;

• оцінювання можливостей процесу.

Звичайно підлягає вивченню така змінна величина (параметр процесу) або характеристика:

• відома важлива чи найважливіша;

• припустима ненадійна;

• з якої можна отримати інформацію про можливості процесу;

• експлуатаційна, що має значення при маркетингу.

При цьому не слід контролювати всі величини одночасно. Це пов'язано з тим, що вартість контрольних операцій дуже висока.

Контрольні карти (КК) використовуються для статистичного контролю і регулювання технологічного процесу. На контрольну карту наносять значення певної статистичної характеристики (точки), що розраховуються за даними вибірок в порядку їх отримання, верхню й нижню контрольні межі К_в (або UCL) і К_н (або LCL), верхню та нижню межі технічних допусків $T_{\rm B}$ і $T_{\rm H}$ (за їх наявності), а також середню лінію (CL). Іноді використовують попереджувальні межі К_п. Для розрахунку меж і побудови контрольної карти використовують зазвичай 20...30 точок.

Логіка роботи з контрольними границями проста: якщо точки на КК лежать всередині контрольних границь, то вважається, що всі коливання точок тут пояснюються тільки випадковими факторами. Якщо ж одна чи кілька точок виходять за контрольні границі, то вважається, що такі сильні відхилення неможливі за рахунок тільки випадковості, тобто тут мається вплив невипадкового фактора. У першому завданні – це привід для виявлення такого фактора, у другому – привід для зупинки і (чи) регулювання технологічного процесу.

Приклад контрольної карти представлений на рис. 6.1.

За розташуванням точок відносно меж судять про керованість чи розладнаність технологічного процесу. Зазвичай процес вважають некерованим в таких випадках:

1. Деякі точки виходять за контрольні межі.

2. Серія з семи точок опиняється по одну сторону від середньої лінії. Окрім того, якщо по одну сторону від середньої лінії знаходяться:

а. Десять із серії в одинадцять точок;

b. Дванадцять із чотирнадцяти точок;

с. Шістнадцять із двадцяти точок.

3. Наявний тренд (дрейф), тобто точки утворюють криву, що безперервно піднімається або спадає.

4. Дві – три точки опиняються за попереджувальними двосигмовими межами.

5. Наближення до центральної лінії. Якщо більшість точок знаходиться всередині півторасигмових ліній, це означає, що в підгрупах змішуються дані з різних розподілень.

6. Має місце періодичність, тобто то зростання, то спадання з приблизно однаковими інтервалами часу.

7. Контрольні межі ширші від поля допуску. В ідеальному випадку достатньо, щоб контрольні межі складали ³/₄ величини поля допуску.



Рис. 6.1. Приклад контрольної карти

Якщо процес налагоджений (досягнуто необхідної точності та стабільності), на контрольну карту продовжують наносити точки, але через 20...30 точок перераховують контрольні межі. Вони повинні співпадати з вихідними межами. Якщо контрольна карта показує, що процес некерований, знаходять причини некерованості та проводять наладку процесу.

Бувають контрольні карти за кількісними показниками (для безперервних значень) та по якісним показникам (для дискретних значень). За кількісними показниками використовують в основному наступні контрольні карти:

- •Карта середніх арифметичних значень (\bar{x} карта);
- •Карта медіан (\tilde{x} карта);
- •Карта середніх квадратних відхилень (s-карта);
- •Карта розмахів (R-карта);
- •Карта індивідуальних значень (х-карта).

Карта середніх значень використовується для контролю відхилень параметра від норми та налаштування на норму. Точки на контрольній карті – це середні значення невеликих вибірок, зазвичай однакового об'єму, з 3...10 елементів:

$$\bar{x}_i = \frac{x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in}}{n},\tag{6.1}$$

де n – об'єм вибірки (підгрупи).

Для отримання вибірок можна також використовувати результати вимірювань, що проводились через однакові проміжки часу, шляхом розбиття їх на групи.

Середнє значення вибірок знаходять з одним зайвим знаком порівняно з вихідними даними. Середню лінію вираховують як середнє із середніх значень вибірок:

$$\overline{\overline{x}} = \frac{\overline{x}_1 + \overline{x}_2 + \dots + \overline{x}_k}{k},\tag{6.2}$$

де k – число підгруп (число точок), як правило k = 20...30. Контрольні межі розраховують за формулою:

$$K_{B,H} = \overline{\overline{x}} \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}},\tag{6.3}$$

де σ - середнє квадратичне відхилення всієї сукупності даних, розраховується по формулі:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n} (x_{ij} - \bar{x})^{2}}{n \cdot k}},$$
(6.4)

В формулі (6.4), як і при розрахунку контрольних меж для інших видів контрольних карт (6.3), коефіцієнт 3 використовується, виходячи із правила трьох сигм.

Карта медіан використовується замість карти середніх значень, коли хочуть спростити розрахунки. Точки на карті — це медіани \tilde{x} вибірок однакового об'єму з 3...10 елементів.

Медіана – при непарному об'ємі вибірки – це середина варіаційного ряду, при парному об'ємі вибірки – середнє з двох значень середини варіаційного ряду.

Середня лінія $\bar{\tilde{x}}$ - це середнє із медіан вибірок. Контрольні межі знаходять за формулою:

$$K_{B,H} = \overline{\tilde{x}} \pm 3\sigma \sqrt{\frac{\pi}{2n}} \,. \tag{6.5}$$

Карта медіан менш точна, ніж карта середніх значень. При розрахунках на комп'ютері використання карти медіан замість карти середніх значень навряд чи виправдане.

Карта середніх квадратичних відхилень. Використовують для контролю розсіювання показника. Точки на карті — середнє квадратичне відхилення (СКВ) вибірок однакового об'єму з 3...10 елементів. Середня лінія \overline{s} - це середнє із СКВ вибірок.

Контрольні межі розраховуються за формулою:

нижня межа -
$$K_H = \frac{\overline{S}\sqrt{\chi^2_{\alpha'_2;n-1}}}{\sqrt{n-1}}$$
, (6.6)

верхня межа -
$$K_B = \frac{\overline{S}\sqrt{\chi^2_{1-\alpha/2;n-1}}}{\sqrt{n-1}},$$
 (6.7)

де χ^2 – критерій Пірсона, n – об'єм вибірки, α - рівень значущості.

Як правило, приймають α = 0,0027, що відповідає вірогідності 0,9973. Часто на s-карті використовують тільки верхню межу.

Карта розмахів використовується замість карти середніх квадратичних відхилень, коли хочуть спростити розрахунки. При цьому карта розмахів менш точна.

При побудові R-карти беруть 20...30 вибірок однакового об'єму з 2...10 елементів. Точки на карті — розмахи вибірок. Розмах вибірки R — це різниця між максимальним x_{max} та мінімальним x_{min} значеннями вибірки. Середня лінія \overline{R} - це середнє значення розмахів вибірок.

Контрольні межі розраховують за формулами:

нижня межа -
$$K_H = D_3 \cdot \overline{R}$$
, (6.8)

верхня межа -
$$K_B = D_4 \cdot \overline{R}$$
.

При рівні значущості 0,0027 коефіцієнти D₃ і D₄ можна знайти в таблиці 6.1.

При n<7 нижня контрольна межа не використовується.

Таблиця 6.1

(6.9)

эпачения коефщентив D3 1 D4									
n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_3	-	-	-	_	-	0,076	0,136	0,184	0,223
D_4	3,267	2,575	2,282	2,115	2,004	1,924	1,864	1,816	1,777

Значення коефіцієнтів D₃ і D₄

Часто при статистичному регулюванні технологічних процесів використовують подвійні карти, що відображають як відхилення параметрів норми, так і його відстань. Це можуть бути, наприклад, $\bar{x} - R$ - карти або інші.

Хід виконання роботи

Приклад 6. В цеху прийнято рішення перевести на статистичне регулювання технологічний процес виготовлення болта на автоматах. За показник якості вибрали діаметр болта, що дорівнює 26 мм, і його допустиме відхилення es = -0,005 мм; ei = -0,019 мм.

Побудувати контрольну $\bar{x}-s$ - карту і провести по ній статистичний аналіз процесу.

Для спрощення вимірювань і обчислення вимірювальний прилад (важільна скоба) був налаштований на розмір 25,980 мм.

Результати вимірювань (відхилення від розміру 25,980 мм в мікрометрах) наведені у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2

Результати вимірювань діаметра болта

Цех автоматний		Обладнання – токарний автомат 5803		Контролюєма операція – нарізання різьби		Конту пај 4 Ø 26	Контрольований параметр – -0,005 Ø 26 -0.019	
Об'єм контролю		Об'єм вибірки		3ac	іб контролю	_	0,017	
N=100		n=5		ва	жільна скоба			
Час	№ вибірки		Результати контролю					
7.00	1	10	3		5	14	10	
8.00	2	2	14		8	13	11	
9.00	3	12	12		3	8	10	
10.00	4	12	14		7	11	9	
11.00	5	10	11		9	15	7	
12.00	6	11	12		11	14	12	
13.00	7	15	11		14	8	3	
14.00	8	12	14		12	11	11	
15.00	9	11	7	7	11	13	9	
16.00	10	14	1	0	9	12	8	
7.00	11	9	1	1	14	10	13	
8.00	12	13	1	3	6	4	13	
9.00	13	5	8	3	3	3	4	
10.00	14	8	5	5	6	9	13	
11.00	15	8	4		9	5	8	
12.00	16	4	12		10	6	10	
13.00	17	10	6		13	10	5	
14.00	18	7	9		12	1	7	
15.00	19	4	7	7	6	7	12	
16.00	20	10	1	0	6	9	3	

В комірці A1 нової книги Excel вводимо заголовок роботи. В діапазон A4: F24 вводимо вихідні дані (номери вибірок і результати контролю).

Спочатку розраховуємо дані для побудови контрольної карти середніх значень. В комірці G5 розраховуємо середнє значення першої вибірки за допомогою статистичної функції СРЗНАЧ. Отриману формулу копіюємо в діапазон G6:G24.

В комірці H5 розраховуємо значення \overline{x} (середню лінію) як середнє із середніх значень вибірок за допомогою статистичної функції СРЗНАЧ. В отриманій формулі для діапазону комірок вводимо абсолютну адресацію і копіюємо формулу в діапазон H6:H24. Це необхідно для того, щоб надалі можна було провести середню лінію на контрольній карті.

В комірці В26 розраховуємо середнє квадратичне відхилення осей сукупності результатів вимірювань σ за допомогою статистичної функції СТАНДОТКЛОН для діапазону B5:F24.

В комірці I5 розраховуємо нижню контрольну межу К_н. Формула в комірці матиме вигляд: =H5-3*B26/KOPEHb(5). Вказавши абсолютну адресацію для назв комірок, копіюємо формулу із комірки I5 в діапазон I6:I24. Це необхідно для того, щоб далі провести межу на карті.

В комірці J5 розраховуємо верхню контрольну межу, а після того як вказали абсолютну адресацію для назв комірок копіюємо формулу в діапазон J6:J24.

В комірках К5 і L5 розраховуємо значення нижнього та верхнього технічних допусків, вводячи в них формули =26000-19-25980 та =26000-5-25980 відповідно. Ці формули копіюємо також в діапазон К6:L24.

Далі розраховуємо дані для побудови контрольної карти середніх квадратичних відхилень. В комірці М5 розраховуємо середнє квадратичне відхилення першої вибірки і копіюємо отриману формулу в діапазон М6:М24.

В комірці N5 розраховуємо середнє із СКВ вибірок, і після зазначення абсолютної адресації копіюємо формулу в діапазон N6:N24. В комірці O5 розраховуємо нижню контрольну межу за формулою =N5*KOPEHb(XИ2OБP(1-0,0027/2;4)/5) і копіюємо її в діапазон O6:O24. В комірці P5 розраховуємо верхню контрольну межу і копіюємо її зміст в діапазон P6:P24.

Отримана електронна таблиця представлена на рис. 6.2. За розрахованими значеннями будуємо $\bar{x} - s$ -карту.

2																	
3							Карта	а средн	их зн	начені	ий		Карта	я СКО			
4	№ выборки		Резул	пьтаты	контро	оля	Хср	Хср ср	Кн	Кв	Τн	Τв	S	Scp	Кн	Кв	
5	1	10	3	5	14	10	8,4	9,15	4,5	13,8	1	15	4,39	3,05	0,44	5,76	
6	2	2	14	8	13	11	9,6	9,15	4,5	13,8	1	15	4,83	3,05	0,44	5,76	
7	3	12	12	3	8	10	9	9,15	4,5	13,8	1	15	3,74	3,05	0,44	5,76	

Рис. 6.2. Розрахунок контрольних карт

Спочатку будуємо \bar{x} -карту. Через майстер діаграм вибираємо тип діаграми **Точечная диаграмма, на которой значения соединены отрезками**. В якості вихідних даних виділяємо діапазон A5:A24, G5:L24. Отриману діаграму редагуємо за допомогою контекстного меню, а також наносимо позначення контрольних меж за допомогою інструменту **Надпись** панелі інструментів **Рисование**.

Аналогічним способом будуємо s-карту.

Щоб отримати з двох побудованих карт один об'єкт, сполучаємо їх по довжині (наприклад, притиснувши до лівого краю електронної таблиці), одночасно виділяємо лівою кнопкою миші на кожній діаграмі при натиснутій клавіші Shift і групуємо командою Группировать (Рисование – Действия - Группировать). Отримана контрольна карта $\bar{x}-s$ - карта представлена на рис. 6.3.



Рис. 6.3. $\bar{x} - s$ - карта

Висновок. Аналіз контрольної карти показує, що розсіяння діаметру болта прийнятне, і за показниками розсіяння процес стабільний (обладнання налаштоване достатньо точно), оскільки на s - карті відсутні показання розладнаності процесу.

Однак на \bar{x} - карті наявні серії із дев'яти точок (з 4 по 12) та з восьми точок (з 13 по 20), розташованих по одну сторону від середньої лінії. Це вказує на нестабільність процесу.

Очевидно в ході процесу при переході від 12-ї до 13-ї точки змінилось математичне очікування діаметру. Варто з'ясувати причину цієї нестабільності і скерувати процес у необхідному напрямку. Після стабілізації контрольну карту варто побудувати наново.

Завдання на лабораторну роботу

1. Виконати розрахунки і побудови у відповідності з прикладом 6.

2. Побудувати контрольну $\tilde{x} - R$ - карту за результатами вимірювання певного параметра якості, представленого в таблиці 6.3. Провести статистичний аналіз процесу.

Таблиця 6.3

№ вибірки	X1	X_2	X ₃	X_4	X5
1	47	44	32	35	20
2	19	31	37	25	34
3	19	16	11	11	44
4	29	42	29	59	38
5	28	45	12	36	25
6	40	11	35	38	33
7	15	12	30	33	26
8	35	32	44	11	38
9	27	26	37	20	35
10	23	26	45	37	32
11	28	40	44	31	18
12	31	24	25	32	22
13	22	19	37	47	14
14	37	12	32	38	30
15	25	24	40	50	19
16	7	23	31	18	32
17	38	41	0	40	37
18	35	29	12	48	20
19	31	35	20	24	47
20	27	38	27	40	31
21	42	52	42	24	25
22	31	15	31	3	28
23	27	22	27	32	54
24	34	15	34	29	21
25	37	45	37	14	17

Початкові дані вимірювання параметра якості

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

І. Тему і мету роботи.

II. Постановку задачі.

Ш. Хід виконання роботи.

IV. Результати побудови контрольної $\tilde{x} - R$ -карти.

V. Висновки по побудованій контрольній карті.

Лабораторна робота № 7 <u>Тема</u>: Контрольні карти за якісними ознаками

Мета роботи: отримати практичні навички створення та обробки контрольних карт за якісними ознаками (або за альтернативною ознакою) в середовищі *Microsoft Excel*.

Теоретичні відомості

За якісними ознаками (або за альтернативною ознакою) розрізняють наступні контрольні карти:

- Карта долі дефектної продукції (р-карта);
- Карта числа дефектних одиниць продукції (pn-карта);
- Карта числа дефектів (с-карта);
- Карта числа дефектів на одиницю продукції (и-карта).

Карта долі дефектної продукції. Застосовується для контролю та регулювання технологічного процесу за долею дефектних виробів у вибірці. Точки на контрольній карті ставлять за значенням долі дефектної продукції у вибірках:

$$p_i = \frac{x}{n_i},\tag{7.1}$$

де n_i – об'єм і-ої вибірки, х – кількість бракованих виробів у вибірці. Вибірку беруть за зміну, добу або більше.

Середню лінію розраховують по формулі:

$$\overline{p} = \frac{\sum_{i=1}^{k} p_i}{k},\tag{7.2}$$

де k – число вибірок, зазвичай k = 20...30.

Контрольні межі знаходять за формулою:

$$K_{B,H} = \overline{p} \pm 3\sqrt{\frac{\overline{p} \cdot (1-\overline{p})}{n_i}} \,. \tag{7.3}$$

Об'єм вибірки підбирають так, щоб у ній було в основному від 1 до 5 дефектних виробів. Якщо об'єм вибірки неоднаковий при кожному відборі, то контрольні межі знаходять при кожному відборі (для кожної точки), тобто межі в цьому випадку непостійні.

Карта числа дефектних одиниць продукції. Використовується для контролю і регулювання технологічного процесу за числом дефектних виробів у виборці. Використовують вибірки постійного об'єму. Об'єм вибірки підбирають так, щоб у ній було в основному від 1 до 5 дефектних виробів. Точки на носять на карту за кількістю дефектних виробів у вибірці *p_in*.

Середню лінію розраховують по формулі:

$$\overline{p}n = \frac{\sum_{i=1}^{k} p_i n}{k}.$$
(7.4)

Контрольні межі знаходять за формулою:

$$K_{B,H} = \overline{p}n \pm 3\sqrt{\overline{p}n(1-\overline{p})}, \qquad (7.5)$$

де $\overline{p} = \overline{p}n/n$.

Якщо К_н<0, його не розглядають.

Карта числа дефектів. В цих картах регулюється число дефектів *с*, виявлених в установленій одиниці продукції, що контролюється, наприклад, в рулоні тканини чи паперу, на визначеній площі пластику, скла тощо.

Передбачають таку одиницю продукції, що контролюється, щоб вона містила в основному 1...5 дефектів.

Середню лінію знаходять за формулою:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^{k} c_i}{k} \,. \tag{7.6}$$

Контрольні межі визначаються за формулою:

$$K_{B,H} = \bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}} . \tag{7.7}$$

Карта числа дефектів на одиницю продукції. Використовується замість с-карти, коли параметр одиниці продукції (напр., площа, довжина) не є постійною величиною, тобто об'єм вибірки непостійний. Точки на u-карті – це значення $u_i = c_i/n_i$, де c_i – число дефектів в i-й виборці.

Середня лінія визначається за формулою:

$$\overline{u} = \sum_{i=1}^{k} c_i$$

$$\sum_{i=1}^{k} n_i$$
(7.8)

Контрольні межі знаходять таким чином:

$$K_{B,H} = \overline{u} \pm 3\sqrt{\overline{u}/n_i} \,. \tag{7.9}$$

Оскільки об'єм вибірки непостійний, межі також непостійні, то їх обчислюють для кожної точки.

Хід виконання роботи

Приклад 7. При впровадженні статистичного регулювання виробництва продукції отримані дані, наведені в табл. 7.1. Побудувати контрольну р-карту та провести за нею статистичний аналіз процесу.

Таблиця 7.1

Aun hubble off Act entrink bipoold Ain 20 biopok								
N⁰	Об'єм	Число	N⁰	Об'єм	Число			
вибірки	вибірки	дефектних	вибірки	вибірки	дефектних			
		виробів			виробів			
1	100	2	14	750	15			
2	110	2	15	110	3			
3	100	1	16	132	5			
4	120	3	17	110	3			
5	150	3	18	900	20			
6	760	10	19	200	4			
7	140	2	20	750	16			
8	135	4	21	250	3			
9	850	17	22	100	1			
10	160	2	23	125	2			
11	125	2	24	113	3			
12	112	2	25	870	20			
13	180	3						

Дані кількості дефектних виробів для 25 вибірок

Проводимо необхідні розрахунки: знаходимо значення середньої лінії і контрольних меж для р-карти та будуємо контрольну карту. Результати розрахунків і побудови контрольної карти представлені в табл. 7.2 та на рис. 7.1.

Число Частка Об'єм № Середня Нижня Верхня дефектних бракованих вибірки вибірки лінія межа межа виробів виробів 100 2 0.02 0.02 -0.02 0.06 1 2 110 2 0.02 0.02 -0.02 0.06 3 100 0.01 0.02 -0.02 0.06 1 3 4 120 0.03 0.02 -0.02 0.06 5 150 3 0.02 0.02 -0.01 0.05 760 10 0.01 0.02 0.00 0.04 6 7 140 2 0.01 0.02 -0.02 0.06 8 135 0.03 -0.02 0.06 4 0.02 17 9 850 0.02 0.02 0.01 0.03 10 160 2 0.01 0.02 -0.01 0.05 11 125 2 0.02 0.02 -0.02 0.06 2 12 112 -0.02 0.02 0.02 0.06 13 180 3 0.02 0.02 -0.01 0.05 14 750 15 0.02 0.02 0.00 0.04 15 110 3 0.03 0.02 -0.02 0.06 5 16 132 0.04 0.02 -0.02 0.06 3 17 110 0.03 0.02 -0.02 0.06 900 20 18 0.02 0.02 0.01 0.03 19 200 0.02 -0.01 4 0.02 0.05 20 750 16 0.02 0.02 0.00 0.04 21 250 0.01 0.02 -0.01 0.05 3 22 100 1 0.01 0.02 -0.02 0.06 2 23 125 0.02 0.02 -0.02 0.06 0.03 0.02 -0.02 0.06 24 113 3 25 870 20 0.02 0.02 0.01 0.03



Таблиця 7.1





Висновок: на р- карті немає ознак розладнаності процесу, тому процес варто вважати стабільним.

Завдання на лабораторну роботу

1. Виконати розрахунок і побудувати карти відповідно прикладу 7.

2. На целюлозно-паперовому підприємстві при контролі рулонів паперу однакової довжини протягом 25 днів було виявлено кількість дефектів на один рулон, представлену в таблиці 7.2. Побудувати за існуючими даними контрольну карту та визначити, чи стабільний технологічний процес.

Таблиця 7.2

N⁰	Кількість дефектів	N⁰	Кількість дефектів в
вибірки	в рулоні	вибірки	рулоні
1	3	14	5
2	4	15	6
3	5	16	3
4	7	17	5
5	3	18	4
6	5	19	6
7	6	20	5
8	2	21	5
9	4	22	7
10	6	23	4
11	3	24	3
12	7	25	6
13	4		

Дані про кількість дефектів на 1 рулон

3. Побудувати контрольну карту за результатами, представленими в табл. 7.3, з врахуванням того, що об'єм вибірки постійний і дорівнює 100. За допомогою карти провести статистичний аналіз процесу.

Таблиця 7.3

<u> </u>	Aun npo klinklein depektin nph noetinnowy oo ewi bhoi								
N⁰	Кількість	N⁰	Кількість						
вибірки	дефектів в рулоні	вибірки	дефектів в рулоні						
1	5	14	3						
2	2	15	6						
3	3	16	4						
4	0	17	1						
5	2	18	2						
6	3	19	3						
7	2	20	1						
8	4	21	6						
9	6	22	2						

Дані про кількість дефектів при постійному об'ємі вибірки

10	1	23	3
11	2	24	5
12	3	25	2
13	4		

4. Побудувати за існуючими даними (табл. 7.4) контрольну карту та визначити чи технологічний процес стабільний?

Таблиця 7.4

N⁰	Об'єм	Кількість	N⁰	Об'єм	Кількість
вибірки	вибірки	дефектів	вибірки	вибірки	дефектів
		в рулоні			в рулоні
1	1,0	3	11	1,8	7
2	1,0	4	12	1,8	9
3	1,0	3	13	1,0	3
4	1,0	2	14	1,0	2
5	1,0	4	15	1,0	5
6	1,5	7	16	1,0	3
7	1,5	5	17	1,5	6
8	1,5	6	18	1,5	6
9	1,5	6	19	1,5	3
10	1,5	4	20	1,5	6

Дані про кількість дефектів в рулоні

Звіт по лабораторній роботі повинен містити:

І. Тему і мету роботи.

II. Постановку задачі.

III. Хід виконання роботи.

IV. Результати побудови контрольних карт за якісними ознаками.

V. Висновки по побудованим контрольним картам.

Список літератури

- 1. Басовский Л.Е., Протасьев В.Б. Управление качеством (учебник) М.:ИНФРА-М, 2000. -212 с.
- 2. Веретенников В.І., Тарасенко Л.М., Гевлич Г.І. Управління проектами. Навчальний посібник К.: Центр навчальної літератури, 2006. 280 с.
- 3. Гиссин В.И. Управление качеством продукции: для студентов вузов Ростов н/Д: Феникс, 2000. 256 с.
- 4. Горбатов О.М. Обеспечение успеха в управлений качеством Черкаси: «Відлуння-Плюс», 2003. 60 с.
- 5. Исикава К. Японские методы управлення качеством: Сокр. Пер. с англ. М.:Экономика, 1998. 215 с.
- 6. Керівництво з питань проектного менеджменту РМВОК, К.: ВІПОЛ, 1999. 197 с.
- 7. Контроль качества с помощью персональных компьютеров / Т.Микино и др.: Пер. С яп. -М.: Машиностроение, 1991. 224 с.
- 8. Лега Ю.Г. Якість, ціна та ефективність виробництва: монографія / Ю.Г. Лега, О.М. Поляков. К.: Наукова думка, 2008. 503 с.
- 9. Момот О.І. Менеджмент якості та елементи системи якості: підручник для студ. ВНЗ / О.І. Момот. – К.: ЦУЛ, 2007. – 368 с. 10. Решке Х., Шелле Х.: Мир управлення проектами. - М.: "Аланс", 1993.-304 с.
- 11. Статистические методи повышения качества: Пер. с англ./Под ред. Х.Кумз М.:Экономика, 1998. 215 с.
- 12. Тарасюк Г.М. Управління проектами: навч. посібник для студ. ВНЗ / Г.М. Тарасюк. 2-ге вид. К.: Каравела, 2006. 320 с.

13. Управление проектами / Под ред. В.Д.Шапиро. - СПб.: Два+Три, 1996.

14.Шаповал М.І. Менеджмент якості / М.І. Шаповал. – К.: Знання, 2006. – 471 с.

Додаток А Зразок оформлення титульного листа

Міністерство освіти, науки, молоді та спорту України Черкаський державний технологічний університет

Факультет електронних технологій Кафедра управління проектами

ЗВІТ з лабораторних робіт

з дисципліни "Управління якістю в проектах"

Перевірив: проф. Тесля Ю.М.

Виконав: студент групи УП-*** Бровар Костянтин

залікова книжка № 98035

Черкаси 20____