



ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ З ДИСЦИПЛІНИ:

«ПРОЄКТНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ТА ТІМБІЛДІНГ: СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ З ВИКОРИСТАННЯМ КАРТ ШУХАРТА В СЕРЕДОВИЩІ MS EXEL»

СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ:

073 «МЕНЕДЖМЕНТ»

Затверджено

на засіданні кафедри менеджменту, бізнесу і
адміністрування

Протокол № 2 від 4.09.2024 р.

Затверджено

на засіданні науково-методичної комісії факультету
менеджменту, адміністрування та права

Протокол № 1 від 17.09.2024р.

Харків 2024

Методичні вказівки для практичних занять з дисципліни «Проектний менеджмент та тімбілдінг: статистичне управління якістю з використанням карт Шухарта в середовищі MS Excel» для студентів спеціальності 073 «Менеджмент» / Укладач Т.В. Власенко– Харків: ДБТУ, 2024 – 23 с.

Методичні вказівки містять зміст та завдання практичної роботи з дисципліни «Проектний менеджмент та тімбілдінг: статистичне управління якістю з використанням карт Шухарта в середовищі MS Excel» для студентів спеціальності 073 «Менеджмент».

Укладач: Власенко Т.В., кандидат економічних наук, доцент кафедри менеджменту, бізнесу і адміністрування ДБТУ.

Відповідальний за випуск: Сагачко Ю.М., кандидат економічних наук, доцент, зав. кафедри менеджменту, бізнесу і адміністрування ДБТУ.

Рецензент: Млодецький В.Р., доктор технічних наук, професор кафедри менеджменту, управління проектами і логістики ДВНЗ ПДАБА.

Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри менеджменту, бізнесу і адміністрування (протокол № 2 від 4.09.2024 р.).

Схвалено і рекомендовано до друку науково-методичною радою факультету менеджменту, адміністрування та права ДБТУ (протокол № 1 від 17.09.2024).

СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ З ВИКОРИСТАННЯМ КАРТ ШУХАРТА В СЕРЕДОВИЩІ MS EXEL

1. ЦІЛЬ РОБОТИ

Управління якістю є критичним елементом у проєктному менеджменті, особливо на виробництві. Одним із найефективніших інструментів для контролю стабільності процесів є карти Шухарта (Shewhart Control Charts), які використовуються в межах концепції Статистичного управління процесами (SPC — Statistical Process Control).

Тому ціль роботи - закріпити навички та конкретизувати знання з використання карт Шухарта для статистичного управління процесами виготовлення деталей і реновації деталей.

2. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ

2.1 Що означає термін «статистичне управління процесами»?

2.2 Що собою являють X- і S-карти, опишіть сферу їх застосування?

2.3 У чому полягає відмінність X- і S-карт від X- і R-карт під час оцінювання якості?

2.4 Опишіть сферу застосування X- і P-карт і X- і MR-карт.

3. ЗАВДАННЯ

Під час самостійної роботи вивчити основні прийоми використання карт Шухарта в середовищі MS Excel, виконати аналіз навчальних прикладів.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ РОБОТИ

4.1 На початку заняття викладач контролює виконання самостійної роботи, формулює мету заняття і знайомить із загальною методикою його проведення.

Практичне завдання - виконати варіанти завдань, умови та вихідні дані яких містяться у файлі.

Статистичне управління процесами. В основі статистичного управління процесами (statistical process control, SPC), або статистичного контролю якості,

лежить ідея періодично вимірювати параметри виробничого процесу, що дає змогу виявляти відхилення від норми. Контролюватися можуть такі показники:

- кількість бракованих одиниць продукції, виявлених протягом одного виробничого циклу;

- середня кількість бракованих одиниць у партії;

- середній діаметр деталі, для якої встановлено розмірні стандарти;

- середня кількість помилок у виставлених рахунках;

- середній час очікування з'єднання з оператором сервіс-центру;

- середня пропускна здатність комп'ютерної мережі підприємства.

Вимірювання показників може відбуватися за будь-якими виробничими процесами. Ключові фрази тут - «періодично», «середнє» і «відхилення від норми». Принцип періодичності означає, що статистичний контроль ґрунтується на повторюваному і регулярному вимірюванні параметрів процесу (наприклад, щогодинному, щоденному або щотижневому) - вибір періодичності залежить від того, наскільки детальний моніторинг процесів необхідний.

Поняття «середнє» має дві інтерпретації в рамках статистичного управління процесами. Перша з них означає, що метод часто базується на вибіркових вимірах у різні моменти часу. Припустимо, необхідно перевірити відповідність твердості після нанесення покриття на прецизійних деталях (після такого вимірювання деталей непридатна для використання). Перевірка кожного виробу кількома неруйнівними методами була б тривалим і дорогим заходом. З іншого боку, під час перевірки однієї деталі, випадково обраної за тиждень, навряд чи буде адекватно відтворювати всю партію.

Для виробничих підприємств статистичний контроль будується на випадковій вибірці, за якою розраховується середнє значення. Ця величина береться за оцінку процесу у відповідному часовому періоді. Наприклад, у ситуації з перевіркою якості поверхні прецизійних деталей може бути ухвалено рішення аналізувати щодня десять випадково обраних деталей і використовувати середню кількість помилок за цією вибіркою як оцінку кількості помилок у конкретний день.

Для дорогих відповідальних деталей (блок-картер, колінчастий вал) може використовуватися 100%-ва вибірка, тобто моніторинг здійснюється за кожним елементом виробничого процесу.

У другій інтерпретації поняття «середнього» мається на увазі обчислення типового значення за процесом. Періодичні спостереження формують набір значень за певний період, який можна вважати репрезентативним для звичайного діапазону значень процесу. Приміром, на підставі оцінки усталеного процесу нанесення покриттів встановлено, що з 50 деталей одна має відхилення за властивостями. Це середнє значення в довгостроковій перспективі формує центральну точку, середній рівень процесу, навколо якого, з відхиленням то в більший, то в менший бік, і коливаються періодичні спостереження.

Із цим пов'язане ще одне ключове поняття статистичного управління процесами - стандартне відхилення від середнього. Під час вимірювання процесу фіксується не тільки середнє значення, а й ступінь коливання спостережень щодо середнього рівня.

Використання X- та S-карт.

У статистичному управлінні процесами широко застосовують контрольні карти X- і S (інша назва - діаграми Демінга, контрольні карти Шухарта), які дають змогу представити дані в графічному вигляді (рис. 1).

На рис. 1 наведено два типи контрольних карт: перша відображає середні значення процесу (X-карта), друга - стандартні відхилення (S-карта).

Контрольні карти мають такі характеристики:

- на горизонтальній осі обох діаграм відкладається період часу (години, дні, тижні тощо), коли було зроблено спостереження;
- на вертикальній осі X-карти фіксуються середні значення за вибіркою в конкретний момент часу;
- вертикальна вісь S-карти представляє величину стандартного відхилення у відповідний момент часу.

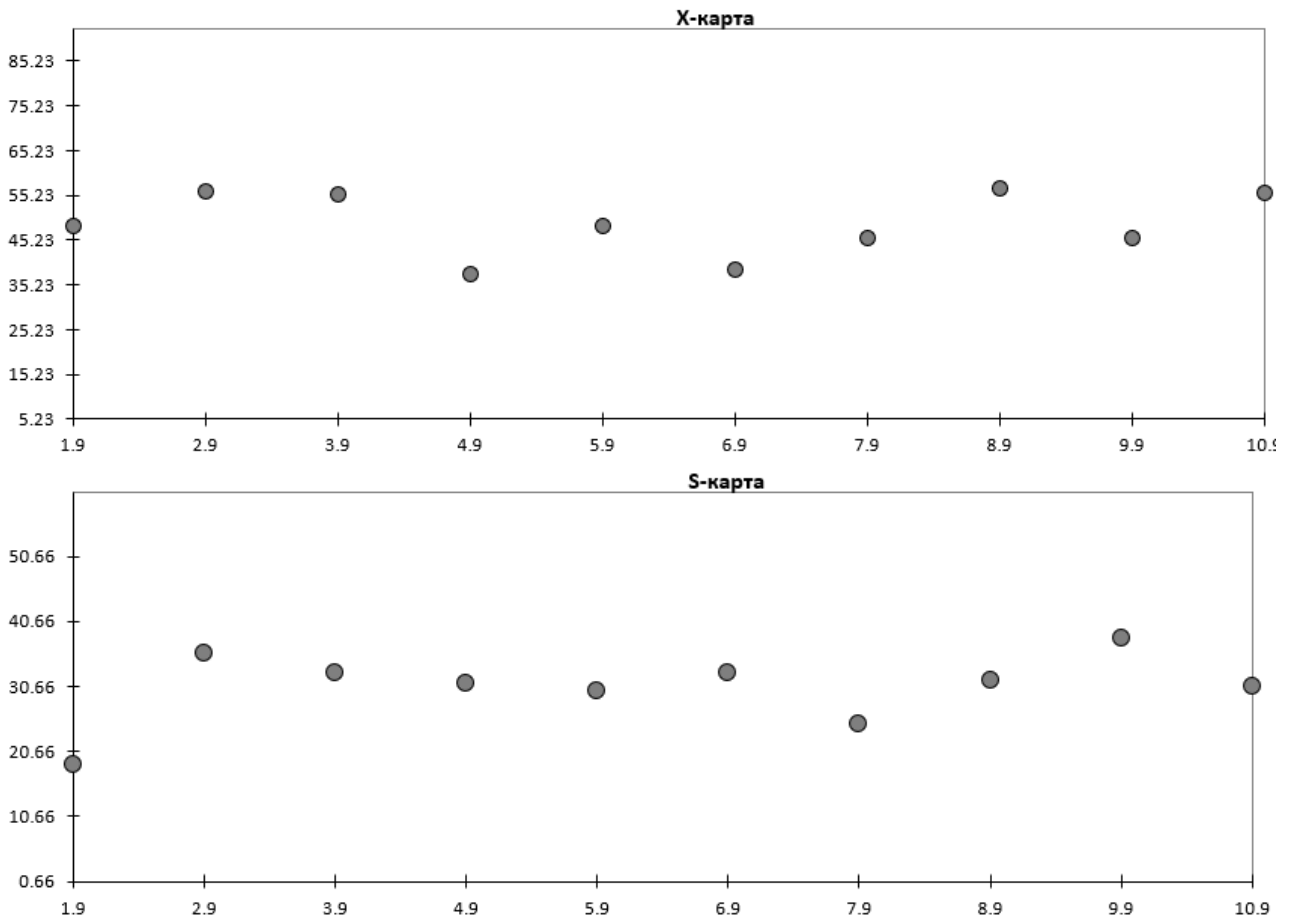


Рисунок 1. Дані на X- і S-карти фактичних спостережень

Ці діаграми називають X- і S-картами, тому що в статистиці літерою X позначається середнє значення, а літерою S - стандартне відхилення.

На діаграми нанесені три горизонтальні лінії:

- верхня контрольна межа (upper control limit, UCL);
- центральна лінія (central line, CL);
- нижня контрольна межа (lower control limit, LCL).

За допомогою цих ліній можна простежити характер зміни даних.

Якщо хоча б кілька точок перебувають вище UCL (або нижче LCL), це означає, що процес серйозно відхилився від норми.

Якщо між центральною і верхньою лініями або центральною і нижньою лініями знаходиться довгий ряд точок, це може вказувати на відхилення процесу від норми.

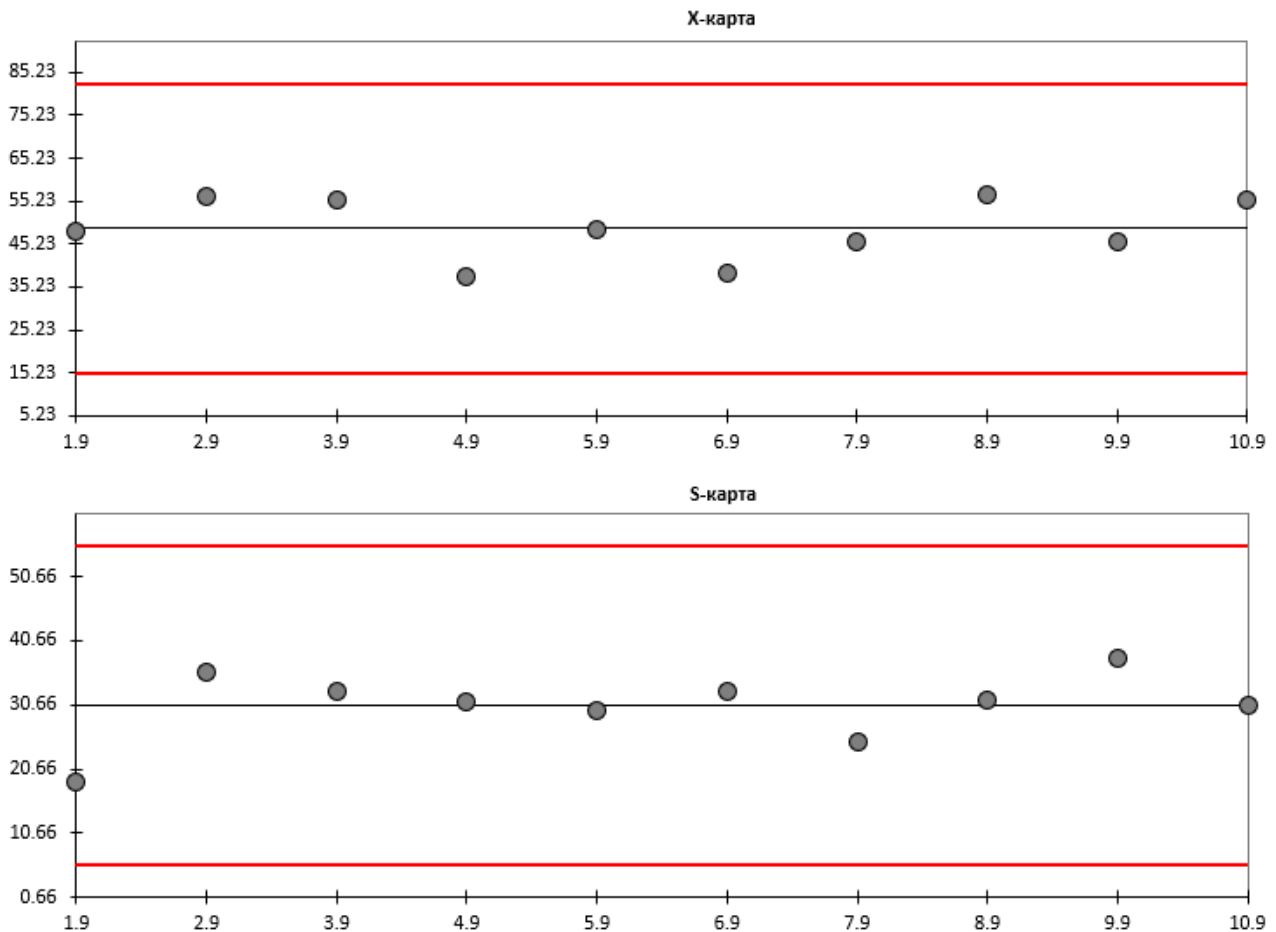


Рисунок 2. Дані на X- і S-картах фактичних спостережень із центральною лінією (CL), верхньою (UCL) і нижньою контрольними межами (LCL)

Якщо низка спостережень має виражену тенденцію підвищення до UCL або зниження до LCL, то це свідчить про те, що процес, можливо, почав відхилятися від норми.

Центральна лінія являє собою середнє. Наприклад, на X-карті, де кожна точка ряду представляє конкретний день, вибіркові спостереження за день усереднюють і отримане значення відображають на карті. Після цього середні значення за всі дні усереднюють ще раз, і підсумкове середнє значення стає центральною лінією X-карти. Центральна лінія для S-карти будується так само, за винятком того, що для кожного дня спочатку обчислюють не середнє значення, а стандартне відхилення, після чого обчислюють підсумкове середнє за всіма стандартними відхиленнями, яке стає центральною лінією S-карти.

Верхня і нижня контрольні межі. У найпростішому варіанті верхня межа розташована на рівні трьох стандартних відхилень над центральною лінією ($+3\sigma$). У цьому випадку σ - це генеральне стандартне відхилення використовуваної статистики. Нижня межа розташовується на три стандартних відхилення нижче центральної лінії (-3σ). Межі $\pm 3\sigma$ вказують, що близько 99,7 % значень характеристики підгруп потраплять у ці межі за умови, що процес перебуває у статистично керованому стані. Іншими словами, є ризик, що дорівнює 0,3 % (або в середньому три на тисячу випадків), що нанесена точка опиниться поза контрольними межами, коли процес стабільний. Статистичні спостереження показують, що в довгостроковій перспективі лише менше ніж 0,3% спостережень можуть виходити за межі UCL або LCL, якщо тільки процес не відхилився від норми.

Мінливість усередині підгруп є мірою випадкових варіацій. Для отримання оцінки σ обчислюють вибіркоче стандартне відхилення або множать вибіркочий розмах на відповідний коефіцієнт.

Часто на контрольній карті межі проводять ще й на відстані 2σ . Тоді будь-яке вибіркоче значення, що потрапляє за межі 2σ , може слугувати застереженням про загрозову ситуацію виходу процесу зі стану статистичної керованості. Тому межі $\pm 2\sigma$ іноді називають «попереджувальними».

Під час застосування контрольних карт можливі два види помилок: першого і другого роду.

Помилка першого роду виникає, коли процес перебуває у статистично керованому стані, а точка вискакує за контрольні межі випадково. У результаті може бути ухвалено неправильне рішення, що процес вийшов зі стану статистичної керованості, і робиться спроба знайти й усунути причину неіснуючої проблеми.

Помилка другого роду виникає, коли розглянутий процес не керований, а точки випадково опиняються всередині контрольних меж. У цьому разі робиться хибне припущення, що процес статистично керований, і втрачається можливість запобігти зростанню виходу невідповідної продукції.

Ризик помилки другого роду - функція трьох чинників: ширини контрольних меж, ступеня некерованості та обсягу вибірки. Їхня природа така, що можна зробити лише загальне твердження про величину помилки.

Система карт Шухарта враховує тільки помилки першого роду, що дорівнюють 0,3% у межах меж 3σ .

Інтерпретація контрольних меж.

Відсутність керованості процесу може бути визначено за такими критеріями:

1. Вихід однієї точки за межі 3σ .
2. Вихід хоча б двох із трьох послідовних точок, що лежать по один бік від центральної лінії, за межі 2σ .
3. Вихід щонайменше 4 з 5 послідовних точок, що лежать по один бік від центральної лінії, за межу 1σ .
4. Розташування щонайменше 8 послідовних точок по один бік від центральної лінії.

Приклад. Створюється інноваційний проект по нанесенню захисних покриттів на деталі. Щодня обробляються значні обсяги виробів і перевірити товщину на кожному з них не представляється можливості. Тому кожного дня відбирається довільна вибірка (8 деталей) зі щоденної партії продукції, для якої проводиться замір товщини покриттів руйнівним методом. Товщина покриття вимірюється в мікрометрах і після 10-ти денного циклу спостережень отримано дані, наведені на рис. 3. У табл. 10 представлено результати вимірювань за цей період.

Таблиця 1 - Результати вимірювання товщини покриття для стабільного технологічного процесу

Дата контролю	Товщина гальванічного покриття, мкм							
	1	2	3	4	5	6	7	8
17.09.2024	182	190	176	187	191	186	181	183
18.09.2024	190	180	177	185	191	178	174	185
19.09.2024	192	185	184	187	177	176	174	185
20.09.2024	174	189	178	177	176	181	176	178
21.09.2024	182	176	180	181	184	179	182	183
22.09.2024	174	184	183	183	177	176	178	177
23.09.2024	175	184	177	175	180	178	181	177
24.09.2024	179	179	175	183	176	186	187	184
25.09.2024	177	180	191	184	184	176	176	179
26.09.2024	177	180	188	185	176	184	186	178

На рис. 3 відхилення відповідають стабільному процесу - відхилення не виходять за встановлені межі.

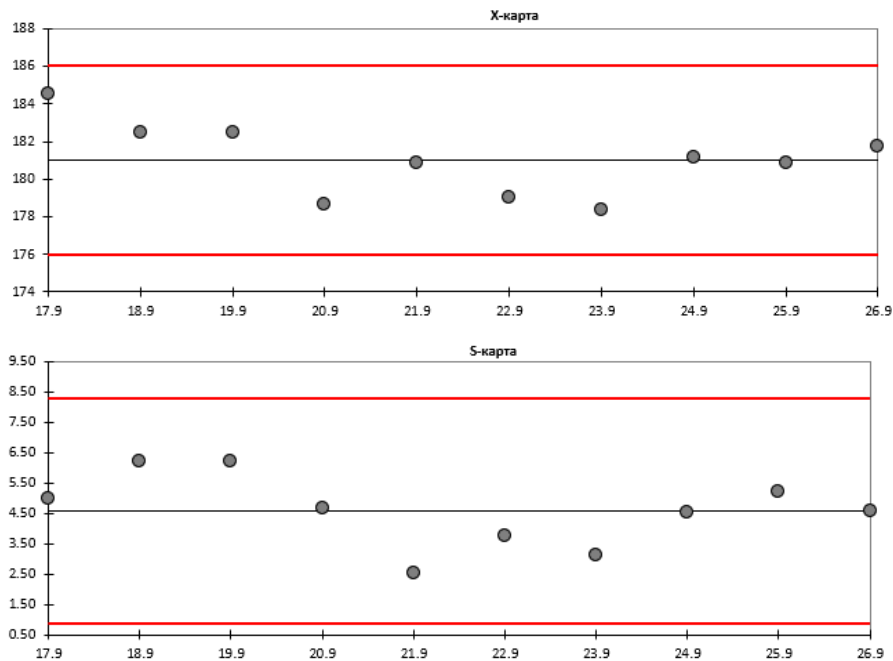


Рисунок 3. Товщина покриття на X- і стандартне відхилення S-карт фактичних спостережень із центральною лінією (CL), верхньою (UCL) і нижньою контрольними межами (LCL)

На рис. 4 (дані див. табл. 2) середній показник товщини гальванічного покриття, для деталей, вироблених 6 жовтня, перебуває нижче за рівень LCL на X-карті, а стандартне відхилення за цей самий день на S-карті перебуває істотно вище UCL. Такі точки називають викидами, оскільки вони лежать поза контрольними межами.

Таким чином, 6 жовтня середнє значення товщини покриття зменшилося, тож, логічно припустити, що одна або кілька вироблених того дня деталей мають недостатню товщину покриття. Водночас показник стандартного відхилення відносно високий, тому що товщина покриття щонайменше одного виробу значно розходиться із середнім значенням за день. Це свідчить або про порушення технологічного процесу того дня, або якщо відхилення є одиничним і більше не повторюється, то можливо середнє значення за спостереженнями 6 жовтня потрапило саме в той єдиний із трьохсот сімдесяти шансів отримати значне відхилення від середньостатистичного результату. Незважаючи на те, що викид

може бути випадковим, має сенс детально проаналізувати умови виробництва 6 жовтня.

Таблиця 2 - Результати вимірювання товщини покриття для технологічного процесу з відхиленням від норми

Дата контролю	Товщина покриття, мкм							
	1	2	3	4	5	6	7	8
17.09.2024	182	190	176	187	191	186	181	183
18.09.2024	190	180	177	185	191	178	174	185
19.09.2024	192	185	184	187	177	176	174	185
20.09.2024	174	189	178	177	176	181	176	178
21.09.2024	182	176	180	181	184	179	182	183
22.09.2024	174	184	183	183	177	176	178	177
23.09.2024	175	184	177	175	180	178	181	177
24.09.2024	179	179	175	183	176	186	187	184
25.09.2024	177	180	191	184	184	176	176	179
26.09.2024	177	180	188	102	176	184	186	178

Використання відразу двох карт (за середнім і стандартним відхиленням) зумовлено необхідністю контролю розмаху групи. Так для третьої вибірки (табл. 3) розглянутого прикладу розмах вимірювань у досліджуваній період істотно більший, ніж в інші дні. При цьому крайні значення за 16 жовтня копенсують одне одного і середнє не має відхилень від норми. Водночас загальний показник мінливості ряду збільшився, що одразу було зафіксовано збільшенням стандартного відхилення. Отже, необхідно уточнити причини відхилень у технологічному процесі.

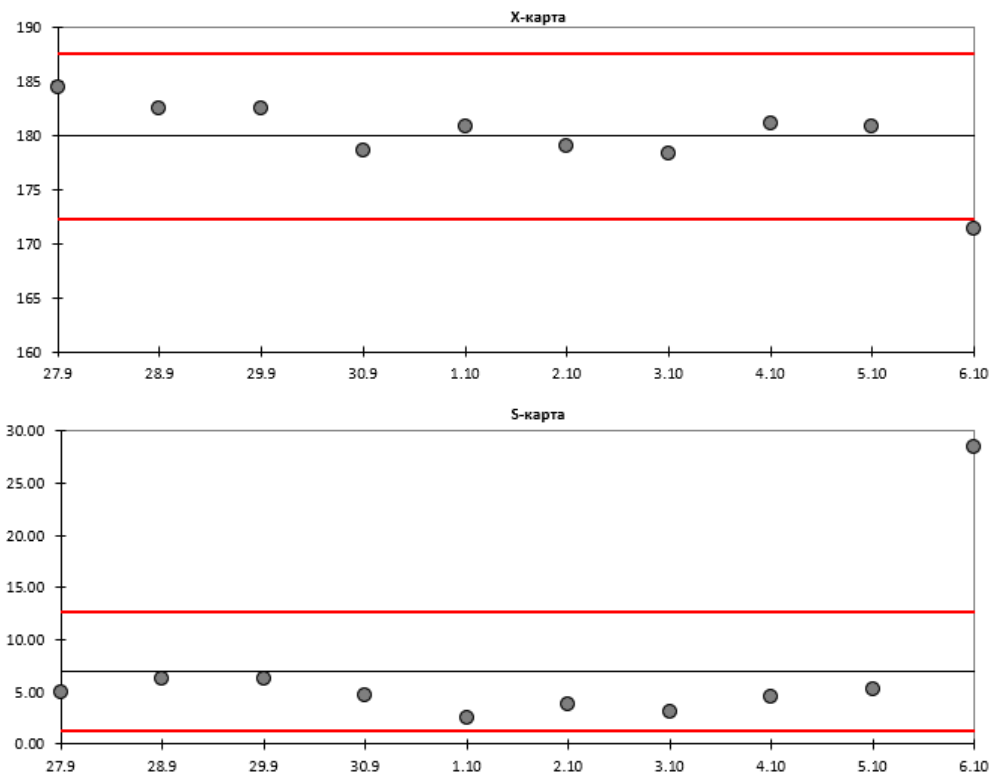


Рис. 4. Товщина покриття на X- і стандартне відхилення S-картах фактичних спостережень із центральною лінією (CL), верхньою (UCL) і нижньою контрольними межами (LCL) у разі відхилення процесу від норми.

Таблиця 3 - Результати вимірювання товщини покриття для технологічного процесу з великим розмахом

Дата контролю	Товщина покриття, мкм							
	1	2	3	4	5	6	7	8
17.09.2024	181	196	172	190	196	189	180	184
18.09.2024	195	177	174	186	196	174	168	186
19.09.2024	198	187	184	190	172	171	168	186
20.09.2024	168	194	174	173	171	179	171	174
21.09.2024	182	171	178	180	184	176	181	184
22.09.2024	168	185	184	182	173	171	174	173
23.09.2024	169	184	173	170	179	175	179	172
24.09.2024	176	176	169	184	171	187	190	185
25.09.2024	172	178	196	185	185	171	171	176
26.09.2024	144	192	196	187	170	213	192	186

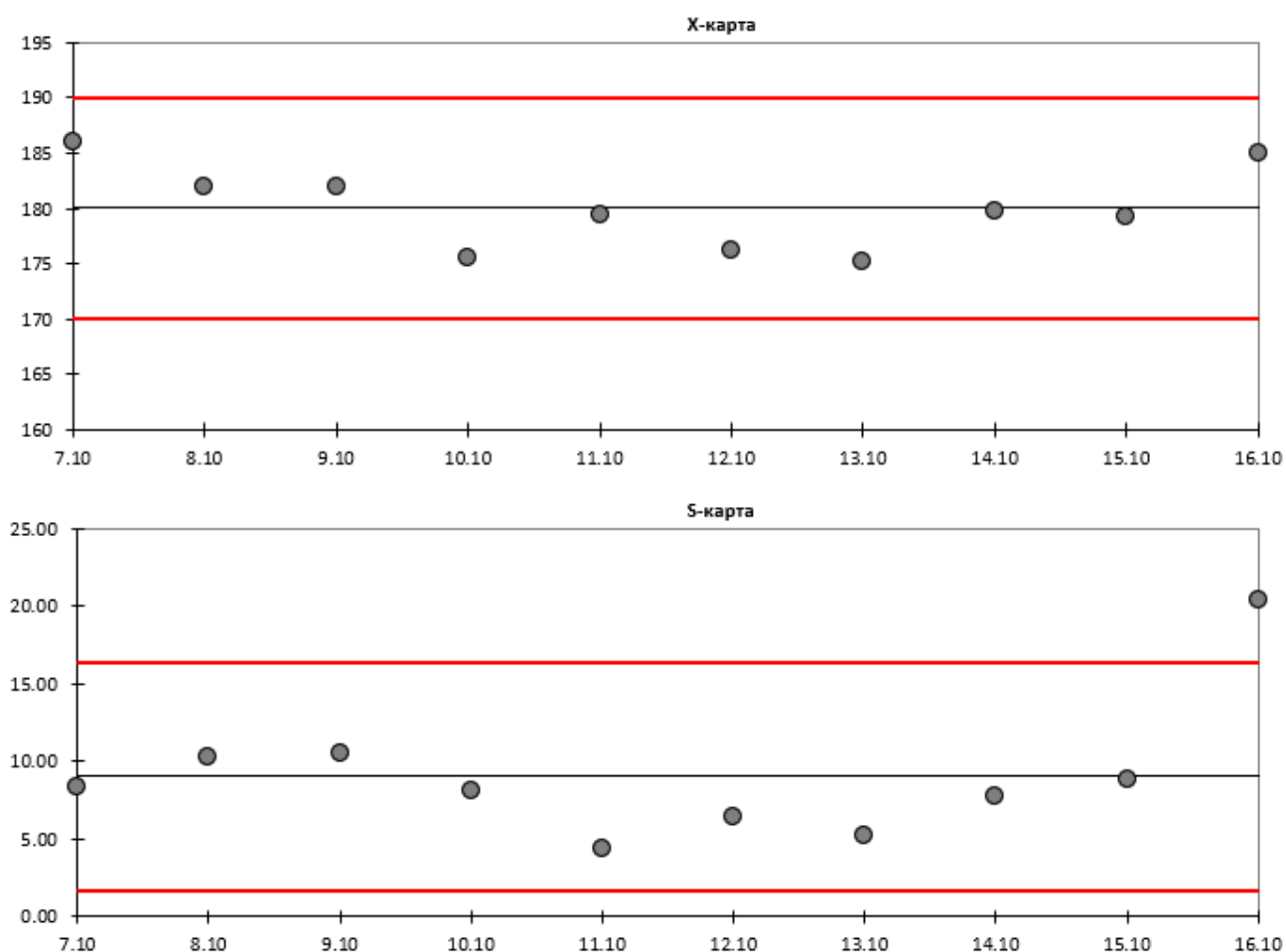


Рис. 5. Товщина покриття на X- і стандартне відхилення S-картах фактичних спостережень із центральною лінією (CL), верхньою (UCL) і нижньою контрольними межами (LCL) за великого показника мінливості ряду

Оцінка X- і S-карт дає змогу також виявити відхилення в технологічному процесі, навіть якщо немає значних викидів за аналізований період. Так на рис. 6 простежується тенденція до зниження ряду, що вказує або на погіршення якості процесу нанесення покриття, або на погіршення властивостей самого електроліту з часом.

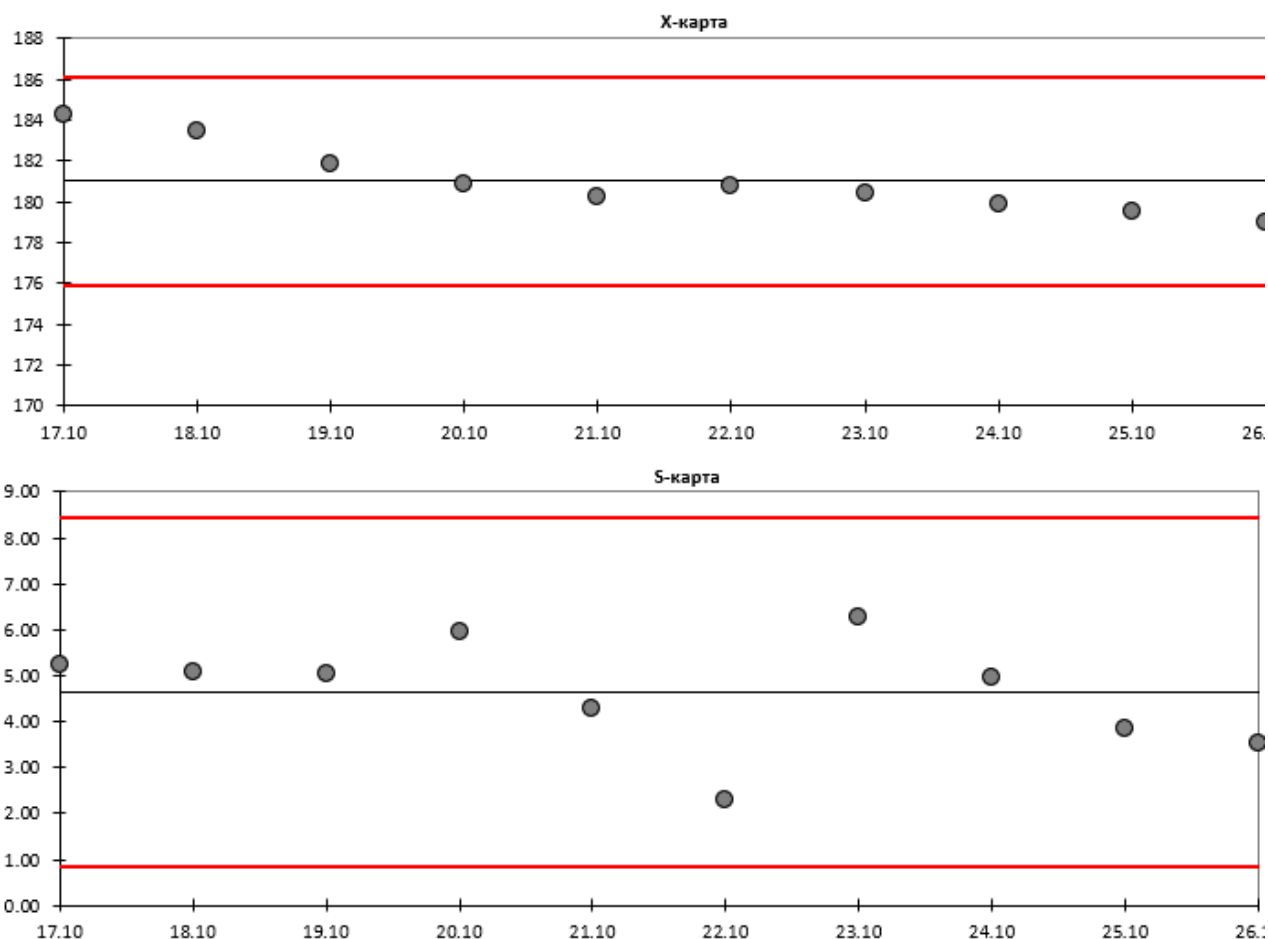


Рис. 6. Товщина покриття на X- і стандартне відхилення S-картах фактичних спостережень із центральною лінією (CL), верхньою (UCL) і нижньою контрольними межами (LCL) за поступового зниження показника

Для управління процесом і вивчення його можливостей досліджують наявність особливих (невипадкових) причин варіацій. Систематичне усунення особливих причин надлишкової мінливості приводить процес у стан статистичної керованості. Якщо процес перебуває у статистично керованому стані, якість продукції передбачувана, і процес придатний для задоволення вимог, установлених у нормативних документах.

Можливості процесу визначаються повною мінливістю (розкидом процесу), зумовленою звичайними причинами, тобто мінімальною мінливістю, яка залишається після усунення всіх невідповідних причин. Можливості процесу представляють показники самого процесу в статистично керованому стані. Процес спочатку приводять у такий стан, а потім визначають його можливості. Таким чином, визначення можливостей процесу починається після того, як завдання управління за

X- і S-картами розв'язано, тобто особливі причини виявлено, проаналізовано, скориговано, а їхньому повторенню запобігли.

Поточні контрольні карти мають демонструвати збереження процесу в статистично керованому стані принаймні для 25 підгруп. Далі розкид даних на виході процесу порівнюється з технічними вимогами для підтвердження того, що ці вимоги можуть бути впевнено виконані.

У загальному випадку можливості процесу визначають індексом можливостей процесу PCI:

$$PCI = (\text{допуск}) / (\text{розкид процесу}) = (UCL - LCL) / 6\sigma,$$

де UCL - верхня і LCL нижні контрольні межі; σ - стандартне відхилення.

За PCI менше 1 можливості процесу неприйнятні, а за PCI, що дорівнює 1, процес перебуває на межі необхідних можливостей. На практиці як мінімально прийнятне значення беруть $PCI = 1,33$, оскільки завжди є деякі варіації у вибірках, і немає процесів, які завжди перебувають у статистично керованому стані.

Слід зазначити, що PCI вимірює тільки відношення розкиду процесу і допуску, а положення або центрування процесу не враховується. За високих значень PCI все-таки можливий вихід частки значень за встановлені межі. Тому важливо також оцінювати відстань між середнім процесу і найближчим гранично допустимим значенням.

Як керівництво до дії можна використовувати процедуру, схематично подану на рис. 7.

Використання P- і MR-карт. Існує ціла низка характеристик, обумовлених технічними умовами на деталь, у разі відхилення яких від норми деталі вважатимуться неякісними. У такому разі вимірюють цілий спектр показників технологічного процесу, а не тільки один параметр, як у прикладі з товщиною гальванічного покриття. Для зносостійких покриттів це може бути твердість робочого шару, когезійна та адгезійна міцність. У такому разі контрольні карти використовуються для встановлення факту відмови деталі з покриттям загалом.

У подібних ситуаціях вимірювання мають вигляд дихотомічної змінної, коли спостереження поділяються на дві категорії (наприклад, прийнятна якість і неприйнятна або відповідність і невідповідність технічним умовам).

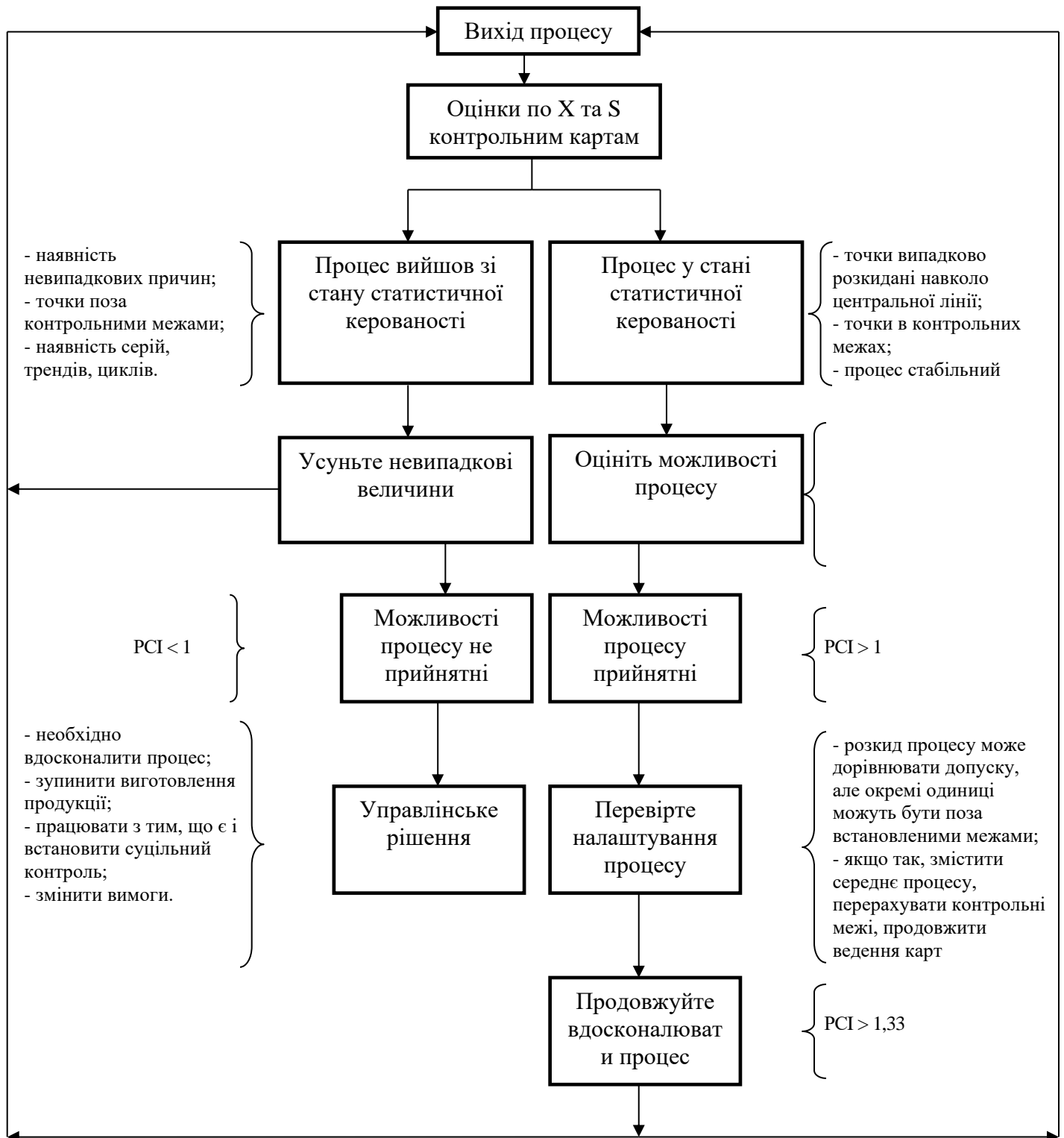


Рис. 7 Схема з використання контрольних карт

Контрольна карта для такого типу аналізу представляє частку результатів, що не відповідають стандарту, зазвичай виражених у відсотках. Наприклад, якщо у вибірці з 50 деталей із покриттями 5 деталей не відповідають вимогам, то частка

невідповідності становитиме 0,1 (тобто 10%). Саме це значення відображається на діаграмі. Такі діаграми аналогічні Х-картам і називаються Р-картами (від англ. «proportion» - пропорція, або частка спостережень).

Для дихотомічних результатів S-карти не існує, тому що стандартне відхилення в цьому разі повністю представлене самою часткою вибірки й обчислюється за формулою, де p - частка невідповідності:

$$s = \sqrt{(p \times |1 - p|)} = \sqrt{(0,1 \times |1 - 0,1|)} = 0,3$$

У діаграмах такого типу також є верхня, нижня контрольні межі та центральна лінія. Остання в цьому випадку - це середнє значення частки результатів, що не відповідають стандарту, обчислене за всіма спостереженнями, подібно до того, як центральна лінія на Х-картах являє собою загальне середнє по процесу. UCL і LCL ґрунтуються на загальній частці даних, які не відповідають вимогам до процесу: вони розташовуються на три стандартні помилки вище і нижче центральної лінії (рис. 8). Ці стандартні помилки обчислюються на основі частки результатів, які не відповідають стандарту, причому до уваги беруться також розміри вибірки.

Наприклад, якщо загальна частка невідповідності становить 0,1, а розмір кожної вибірки - 50 одиниць, значення UCL буде:

$$UCL = p + 3 \times \sqrt{(p \times |1 - p|)/n} = 0,1 + 3 \times \sqrt{(0,1 \times |1 - 0,1|)/50} = 0,22$$

Значення LCL становитиме:

$$LCL = p - 3 \times \sqrt{(p \times |1 - p|)/n} = 0,1 - 3 \times \sqrt{(0,1 \times |1 - 0,1|)/50} = -0,027$$

Для Р-карт необхідно якомога більше використовувати вибірки однакового розміру, щоб верхня і нижня контрольні межі перебували для всіх вибірок на одному рівні.

Р-карта

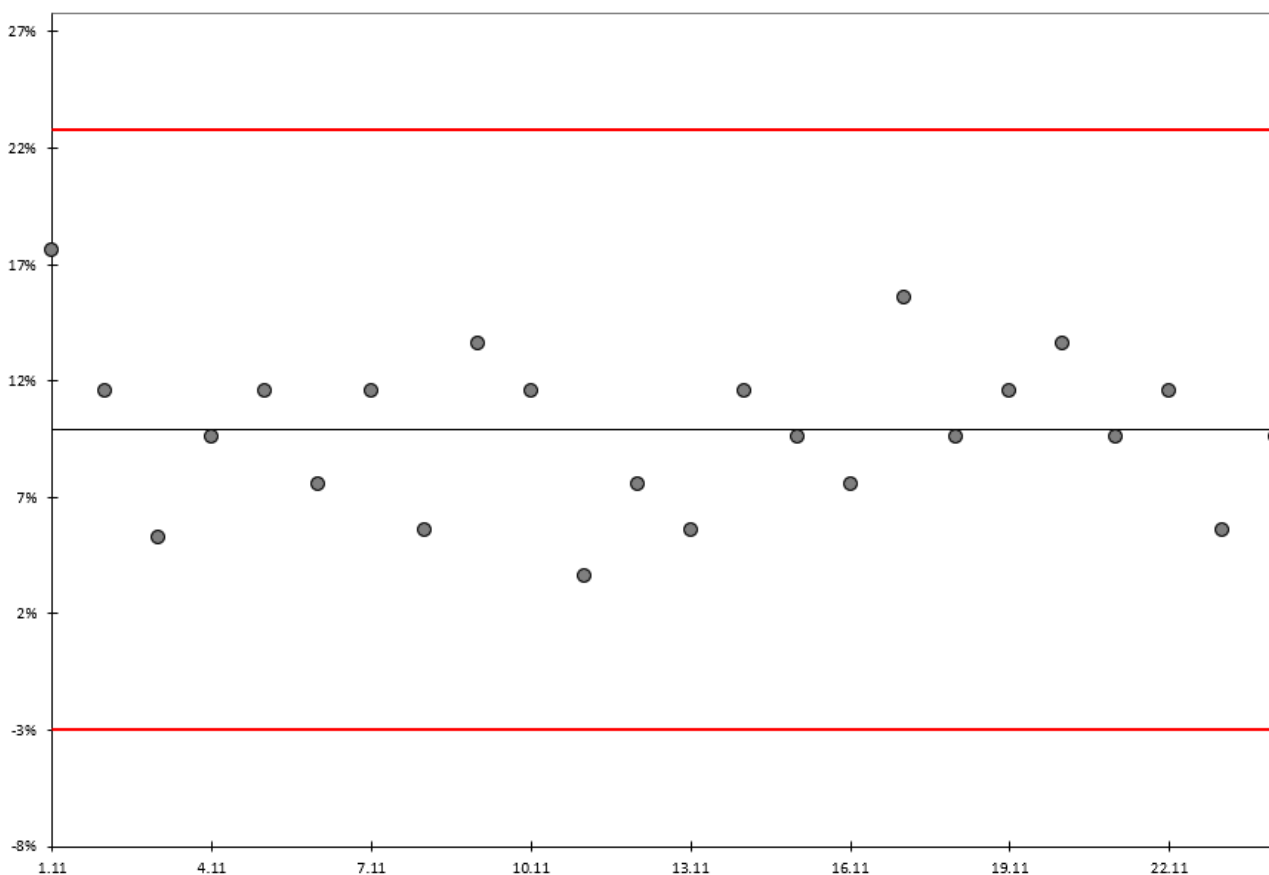


Рис. 8. Товщина покриттів на X- і стандартне відхилення S-карт фактичних спостережень із центральною лінією (CL), верхньою (UCL) і нижньою контрольними межами (LCL) за поступового зниження показника

У низці випадків в одному періоді часу існує лише одне спостереження, оскільки оцінка процесу занадто дорога, тому створювати велику вибірку недоцільно.

У таких випадках аналіз X- і S-карт не застосовується, оскільки неможливо обчислити стандартне відхилення виходячи з одного спостереження. У такому разі обчислюють ковзний розмах (moving range, MR). Метод зосереджений на мінливості, яка виникає через різницю між сусідніми спостереженнями. Він визначається як модуль різниці між одним спостереженням і наступним за ним. Таким чином, якщо 5 листопада отримано значення 23, а 6 листопада - 31, то величина MR становитиме 8 (абсолютне значення або модуль різниці $|23-31|$ можна підрахувати з використанням функції ABS).

Щоб провести X- і MR-аналіз стандартного відхилення, необхідно:

1. Обчислити значення кожного ковзного розмаху. Кількість ковзних розмахів дорівнює числу спостережень мінус 1.
2. Знайти середнє значення за цими ковзними розмахами.
3. Розділити середнє значення ковзних розмахів на 1,128. Результатом буде оцінка мінливості набору даних.

Під час обчислення стандартного відхилення за всіма спостереженнями основою розрахунку є квадрат відхилення кожного спостереження від загального середнього. У багатьох випадках різниця між ковзним розмахом і реальним стандартним відхиленням незначна. Але якщо процес відхиляється від норми, то слід очікувати, що відмінності будуть суттєвими.

Навіть коли є багато спостережень у кожен момент часу, буває корисно спочатку привести їх до середнього, як у X- і S-аналізі, а потім виконати X- і MR-аналіз. Якщо мінливість даних викликана відмінностями між сусідніми спостереженнями, то оцінити цю мінливість найкраще за допомогою ковзного розмаху.

Складання контрольних карт за допомогою Excel. Контрольні карти можна легко побудувати за допомогою надбудови SPC.xla. Для цього дані на робочому аркуші мають розташовуватися так, як у табл. 1 і 2. У першому стовпчику має бути діапазон дат або часових інтервалів, а в стовпцях праворуч мають бути введені спостереження, що відповідають кожній даті або інтервалу часу. Обидва діапазони для кожного спостереження мають бути введені в одному рядку.

Дані можуть бути представлені у вигляді одного або декількох стовпців вимірювань (у розглянутому прикладі - дані про товщину покриттів для X- і S-карт) або у вигляді одного стовпця, що містить процентні значення (наприклад, частки невідповідності для P-карт). У випадку з P-картами простіше ввести відсоток невідповідності в один стовпчик, ніж заповнювати кілька стовпчиків значеннями 1 або 0, що позначають відповідність або невідповідність для кожного спостереження.

Перш ніж створювати контрольні карти, необхідно завантажити надбудову SPC.xla в Excel. Далі виконати команду (Файл > Параметри). Потім необхідно

перейти в розділ Надбудови і в випадяючому списку Керування вибрати варіант Надбудови Excel, після чого натиснути кнопку Перейти.

У діалоговому вікні Надбудови натиснути на кнопки Огляд і знайти папку з файлом SPC.xla. Вибрати файл SPC.xla і натиснути на кнопку ОК, щоб повернутися до діалогового вікна Надбудови. Установити прапорець ліворуч від елемента Control Charts і натиснути на кнопки ОК

Після завантаження будь-яких надбудов, таких як SPC.xla, на стрічці з'являється вкладка Надбудови. Необхідно переконатися, що в групі Команди меню з'явився елемент SPC Charts. (Надбудови, які поставляються в комплекті, Microsoft Excel, наприклад Пошук рішення, відображаються на вкладці Дані.) У меню Дані з'явиться нова команда Control Charts, яка буде доступною доти, доки не буде знято прапорець поруч із компонентом Control Charts у вікні Надбудови.

Набрати вкладку Надбудови і вибрати в розділі Команди меню елемент SPC Charts. У вікні Step 1: Control Charts, що відкрилося, задати діапазон дат або часу, а також діапазон результатів спостережень (рис. 9).

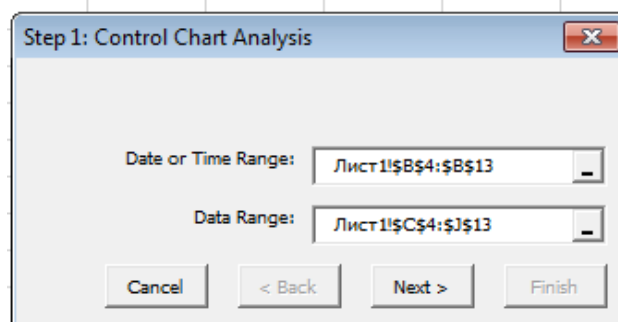


Рис. 9 Діалогове вікно вибору комірок діапазонів дат і значень вимірювань

Натиснути в полі Data or Time Range і або ввести діапазон дат або часу з клавіатури, або виділити потрібний діапазон на робочому аркуші. Цей діапазон не обов'язково має містити реальні значення дати або часу. Його можна залишити на аркуші незаповненим, але обов'язково потрібно вказати сам діапазон у діалоговому вікні надбудови. Далі клацнути в полі Data Range і виділити відповідний діапазон даних робочого аркуша, щоб його адреса відобразилася в полі.

Після клацання на кнопці Next відкриється наступне вікно майстра - Step 2: Control Charts (рис. 10).

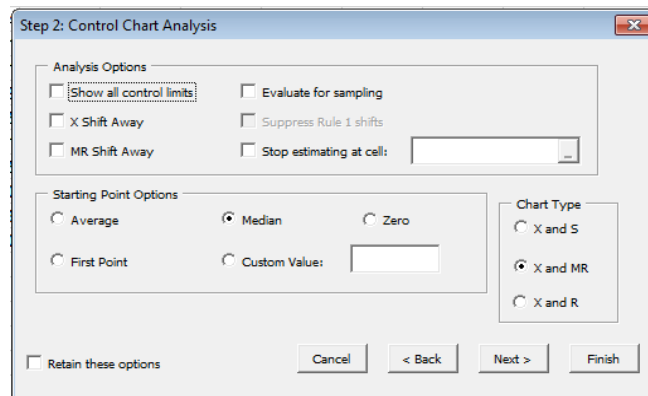


Рис. 10 Діалогове вікно налаштування параметрів вирішувача надбудови

У другому вікні встановити всі необхідні параметри. Як тип діаграми (розділ Chart Type) можна вказати X- і S-карти, X- і R-карти, X- і MR-карти і P-карти. Під час вибору P-карти слід також задати розмір вибірки (поле P chart sample size): кількість спостережень, на основі яких обчислено значення частки невідповідності для вихідного діапазону.

Є кілька варіантів задати початкову точку для X-карти (першу точку центральної лінії - розділ Starting Point Options). Для аналізу сталості процесу можна вказати спеціальне значення (поле Custom Value).

Параметри з групи Analysis Options недоступні для P-карт, а для діаграм інших типів вони мають такий сенс.

Show all control limits (Показувати всі контрольні межі). Після вибору цього параметра на X-карті буде показано центральну лінію, UCL, LCL, а також верхні та нижні межі σ і 2σ . Якщо ж не встановлювати цей прапорець, то на X-діаграмі відобразяться тільки центральна лінія, UCL і LCL.

Evaluate for sampling (Обчислити розмір вибірки). Якщо встановити цей прапорець, то в робочу книгу з розрахунками буде додано додатковий робочий аркуш. Він призначений для обчислення мінімального розміру вибірки, що дає змогу виявити відхилення в процесі. Програма запропонує задати величину відхилення, яку потрібно виявити.

Recalculate limits (Перераховувати межі) служать для виконання перерахунку центральної лінії та меж σ після зміни рівня процесу.

Stop estimating at cell (Зупинити обчислення після досягнення комірки). Цей параметр використовується для того, щоб зупинити оцінювання параметрів процесу (центральна лінія і коливання навколо неї) до закінчення спостережень. Це може бути корисно у випадках, коли планується втручання в перебіг процесу. Наприклад, за планом значна частина обладнання має бути замінена після 22-го числа. Така зміна матиме значний вплив на процес. Щоб оцінити ефект найточніше, необхідно зафіксувати середнє і відхилення станом на 22-ге число. Для цього встановіть прапорець і виберіть на робочому аркуші клітинку, що відповідає 22-му числу.

Як і в інших подібних вікнах Excel, у другому вікні можна клацнути на кнопці Back, щоб повернутися до першого кроку, або клацнути на кнопці Cancel і скасувати задані налаштування. Крім того, можна клацнути на кнопці Finish, щоб пропустити всі інші налаштування, або перейти до наступного етапу налаштувань, клацнувши на кнопці Next. На рис. 11 представлено останнє вікно майстра.

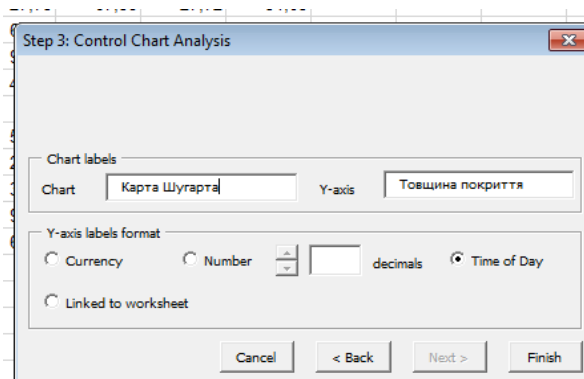


Рис. 11 Діалогове вікно форматування виведених результатів

У цьому вікні можна задати назву діаграми, заголовок осі Y (на якій відкладаються значення спостережень) і формат, що використовується для міток шкали на осі Y. Коли в се дані будуть введені, клацніть на кнопці Finish, щоб побудувати контрольну карту.

5. ЗМІСТ ЗВІТУ

Мета роботи - відповісти на запитання самостійної підготовки; виконати вправи, продемонструвати результат їх виконання.

6. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Який статистичний сенс використання під час оцінювання стабільності випуску деталей із гальванічним покриттям при використанні полів допуску σ , 2σ , 3σ ?
2. Яка ймовірність помилки під час використання для контролю стабільності процесу відновлення деталі межі 3σ ?
3. У чому перевага оцінок за стандартним відхиленням і розмахом?
4. Як побудувати карти для окремих спостережень?