

УДК 658:330.101.52

СТАТИСТИЧНЕ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ІНФОРМАЦІЙНО – ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

М. Черкес

*Львівський національний університет імені Івана Франка
79008, м. Львів, проспект Свободи, 18*

Стаття присвячена загальним принципам та методам управління якістю процесів, що застосовуються при аналізі та прогнозуванні діяльності інформаційно-технологічних підприємств.

Ключові слова: статичне управління процесами, технологічний процес.

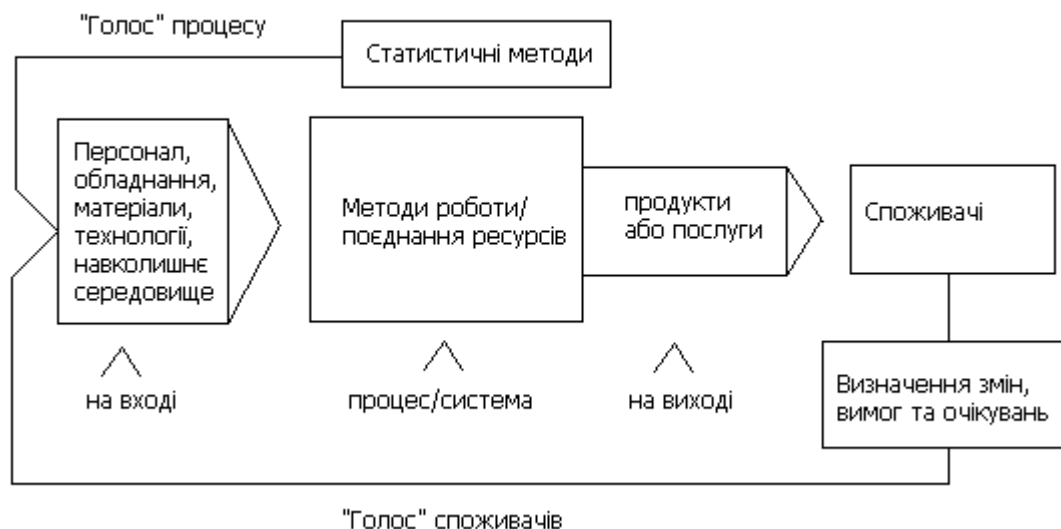
Щоб процвітати в сьогоднішньому економічному кліматі, організації виробників, постачальників і дилерів повинні бути віддані безупинному удосконалюванню. Організації повинні постійно шукати більш ефективні шляхи для виробництва продуктів і послуг. Необхідно безупинно підвищувати рівень якості цих продуктів і послуг. Вони повинні фокусувати увагу на споживачах, зовнішніх і внутрішніх, і зробити їхнє задоволення першою метою бізнесу.

Щоб виконати це, кожен член організації повинен бути спрямований на удосконалювання і використання ефективних методів. Статистичне управління процесами (Statistical process control) описує кілька основних статистичних методів, що можуть бути використані, щоб зробити зусилля в удосконалюванні більш ефективними..

У минулому виробник зазвичай покладався на виробництво для того, щоб створити продукт, і на контроль кінцевого продукту, щоб відбракувати вироби, що не відповідають вимогам. У спірних ситуаціях робота часто перевірялася і перепроверялась, щоб відновити помилки. В обох випадках застосовувалася стратегія виявлення, що є збитковою, оскільки вимагає витратити час і матеріали на продукти і послуги, що не завжди виявляються придатними.

Система управління процесом може бути описана як система зі зворотним зв'язком. Для кращого розуміння про що йде мова необхідно пояснити такі елементи цієї системи, що подані нижче.

Модель системи управління процесами зі зворотнім зв'язком



Мал.1. Система управління процесом

Процес. Під процесом ми розуміємо повну сукупність постачальників, виробників, устаткування, вхідних матеріалів, методів і навколишнього середовища, людей, що працюють разом, щоб створити продукт, і споживачів, що використовують цей продукт (Мал.1). Загальна ефективність процесу залежить від зв'язку між постачальником і споживачем, від способу, яким чином процес розробляється і впроваджується, та від того, яким чином він функціонує і керується. Інша частина системи управління процесом корисна, тільки якщо вона дає внесок або в підтримку рівня найвищої якості, або у підвищення загальної ефективності процесу.

Інформація про ефективність. Багато інформації про реальну ефективність процесу може бути отримано при вивченні виходу процесу. Однак найбільш корисна інформація про ефективність процесу виникає при розумінні самого процесу і його внутрішньої змінності. Кінцевим фокусом уваги повинні бути характеристики процесу (такі як тривалість циклів, вмотивованість персоналу, плинність його, запізнення і різні зупинки ходу процесу). Саме тому необхідно визначити цільові значення для цих характеристик і параметрів, що приведуть до найбільш продуктивної роботи, і потім визначити, наскільки близько чи далеко від них ми знаходимося. Якщо ця інформація збирається й інтерпретується правильно, вона може показати, чи йде процес звичайним чи незвичайним чином. Потім повинні бути початі належні дії, якщо необхідно або скорегувати процес, або тільки що зроблений продукт. Якщо дії необхідні, то вони повинні бути своєчасними і правильними, інакше зусилля по обробці інформації будуть марними.

Дії над процесами. Дії над процесами частіше найбільш економічні в тих випадках, коли вони здійснюються для того, щоб запобігти сильним відхиленням важливих характеристик (процесу чи продукту) від їхніх цільових значень. Цим підтримується стабільність і змінність процесу в прийнятних межах. Така дія може складатися із змін операцій (наприклад, навчання програміста і т. д.) чи більш глибоких елементів самого процесу (наприклад, як люди зв'язуються і взаємодіють між собою, чи розробки процесу в цілому). Наслідки дій повинні фіксуватися, і при необхідності повинні проводитися подальші аналіз і дії.

Дії над продуктом. Дії над продуктом частіше найменш економічні, коли вони обмежуються виявленням і виправленням невідповідних програмних продуктів без звертання до корінних проблем процесу. На жаль, якщо в даний момент продукт істотно не відповідає вимогам споживача, то може бути необхідне повторне виробництво даного програмного продукту, або ж серйозна робота над допущеними помилками. Це повинно продовжуватися доти, доки не будуть виконані і перевірені необхідні коригувальні дії над процесом, чи доки не будуть змінені специфікації для продукту.

Очевидно, що контроль, супроводжуваний діями тільки над виходом, є поганою заміною ефективного процесу менеджменту. Такі дії повинні застосовуватися тільки як тимчасові для нестабільних чи невідтворних процесів. Тому всі подальші міркування фокусуються на таких діях, що коректують сам процес.

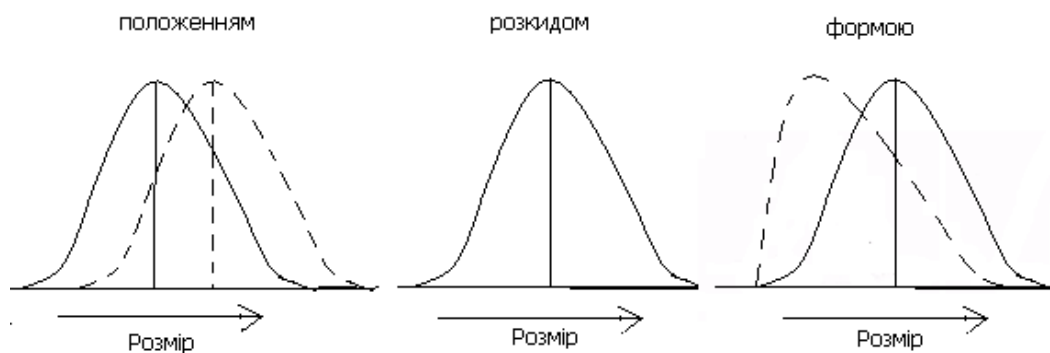
Щоб ефективно використовувати дані вимірювань по управлінню процесом, важливо розуміти поняття змінності або варіацій процесу, зокрема ми це можемо зобразити таким чином:

Ніякі два продукти чи дві характеристики не можуть бути абсолютно ідентичними, оскільки будь-який процес містить багато джерел змінності. Розходження між продуктами можуть бути великими, а можуть бути і безмірно малими, але вони завжди присутні. Наприклад, час написання програми може мінятися залежно від людей, що виконують окремі кроки, надійності використовуваного ними устаткування, точності і чіткості тестування цієї програми, прийнятої процедури й обсягу інших робіт що впливають на даний процес.

З погляду мінімальних вимог питання змінності часто спрощують за допомогою середніх значень, однак для управління будь-яким процесом і зниження його змінності зміни повинні бути простежені назад до їхніх причин. Першим кроком є поділ між звичайними й особливими причинами змінності.

Хоча індивідуальні обмірювані значення можуть бути усі різні, при групуванні вони утворюють структуру, що може розглядатися як розподіл (Мал.2).

Розподіли можуть різнитися за:



Мал.2. Характеристики розподілу

Цей розподіл може бути охарактеризований через:

- положення (типове значення),
- розкид (відстань між найбільшим і найменшим значеннями),
- форму (структуру варіацій — чи має симетрію, скошеність і ін.).

До звичайних причин варіації належать численні джерела змінності в процесі, що мають стабільний і повторюваний розподіл у часі. Такий процес називається «у статистично керованому стані», «статистично керованим» чи іноді просто «керованим». Звичайні причини поводяться як стабільна система випадкових причин. Якщо присутні тільки звичайні причини змінності і вони не змінюються, вихід процесу передбачуваний.

Особливі причини варіації (часто називані невідповідними причинами) відображають будь-які зміни факторів, що діють на процес не завжди. Якщо вони виникають, то викликають зміни розподілу загального процесу. Якщо всі особливі причини змінності не ідентифіковані і не усунуті, то вони будуть впливати на вихід процесу непередбаченим чином. Якщо особливі причини присутні, вихід процесу не стабільний у часі.

Зміни в розподілі процесу можуть бути шкідливими чи корисними. Коли вони шкідливі, вони повинні бути ідентифіковані й усунуті. Коли корисні, то вони повинні бути ідентифіковані і зроблені постійною частиною процесу. Для деяких відпрацьованих процесів (тобто минулих кілька циклів безупинного удосконалення) споживач може дозволити використання процесу з закономірно виникаючою особливою причиною. Такий дозвіл звичайно вимагає, щоб програми якості процесу могли забезпечити відповідність вимогам споживача і захистити процес від інших особливих причин.

Метою системи управління процесом є прийняття економічно вірних рішень щодо дій, пов'язаних із процесом. Це вимагає врівноваження наслідків прийняття не цілком необхідних дій (зайвого управління) і неприйняття необхідних дій (недостатнього управління). Ці ризики повинні бути розглянуті в контексті двох типів причин змінності, розглянутих вище, — особливих причин і звичайних причин.

Процес перебуває в статистично керованому стані, якщо джерелами змінності його параметрів є тільки звичайні причини. Тому однією з функцій системи управління процесом є подача сигналу в ситуаціях, коли є особливі причини змінності, і запобігання подачі помилкових сигналів у тих випадках, коли таких причин немає. Це дозволяє здійснювати відповідні дії з цих особливих причин (або по їх усуненню, якщо вони вигідні, по підтримці їхньої сталості).

При розгляді відтворюваності процесу необхідно розглядати дві дещо суперечливі концепції:

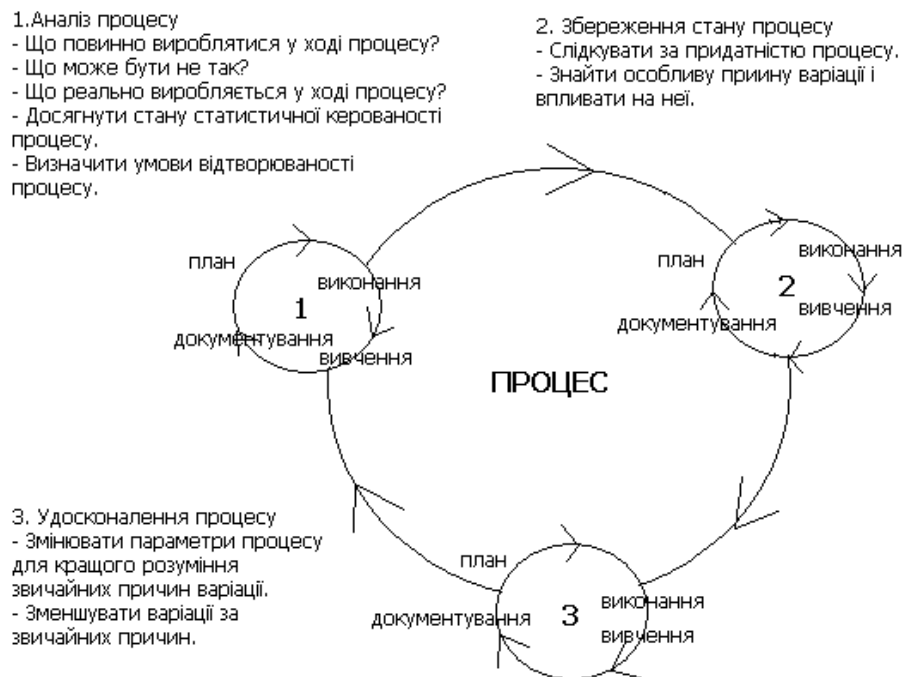
- відтворюваність процесу визначається змінністю, що відбувається за звичайних причин. Загалом вона становить найкращі можливості самого процесу (тобто мінімальний розкид параметрів процесу), виявлені при зборі даних про поточні параметри процесу, що перебуває в статистично керованому стані, безвідносно до вимог специфікації до параметрів процесу і/чи їх розкиду;

- споживачі, зовнішні чи внутрішні, однак, звичайно більш стурбовані загальним результатом процесу і його відповідністю їхнім вимогам (визначеним у специфікації) безвідносно до змінності процесу.

Оскільки процес лишається статистично керованим, не відбувається змін у положенні, розкиді або формі закону розподілу випадкових відхилень його параметрів. Перша управляюча дія в ході процесу повинна бути спрямована на приведення процесу до можливості досягнення кінцевої мети. Якщо розкид параметрів процесу неприйнятний, то ця стратегія призводить до виробництва мінімального числа програмних продуктів, які не відповідають вимогам. Дії над системою, що спрямовані на зниження змінності за звичайних причин, будуть потрібні для того, щоб поліпшити здатність процесу (і його виходу) постійно відповідати вимогам.

Отже, процес повинен бути спочатку доведений до статистично керованого стану за допомогою виявлення і визначення особливих причин змінності його параметрів і вживання заходів по їх усуненню або зменшенню їхніх впливів до необхідного ступеня, який забезпечує доведення процесу до зазначеного стану. Після цього відтворюваність процесу буде передбачувана і може бути визначена його здатність забезпечити вироби, що виготовляються в ході даного процесу, такими, які будуть відповідати чеканням споживача. Це є основою для безупинного удосконалювання процесу з метою забезпечення заданої якості продукції.

У застосуванні концепції безупинного удосконалювання до процесів є три стадії, що утворюють цикл, і які можуть бути корисними (Мал. 3). Кожний об'єкт удосконалювання процесу може бути розміщений у цьому циклі.



Мал.3. Стадії циклу вдосконалення процесу.

Аналіз процесу –це основне розуміння етапів протікання процесу, безумовно, необхідний, коли розглядають удосконалювання процесу в цілому. Наступні питання повинні дістати відповідей для кращого розуміння процесу:

- Що повинно вироблятися при виконанні процесу?
- Що може бути не так?
- Що може змінюватися в цьому процесі?
- Що ми вже знаємо про змінність параметрів процесу, і які з них найбільш чутливі до змін?
- Що реально виробляється при виконанні процесу?
- Чи виробляються браковані деталі, тобто деталі, що вимагають переробки?
- Чи виробляється при завершенні процесу продукція, характеристики якої перебувають в статистично керованих границях (тобто чи можливо в ході процесу впливати на його параметри так, щоб забезпечувалася задана якість виробленої в ході такого процесу продукції)?
- Чи є процес відтворюваним?
- Чи є процес надійним?

Щоб досягти кращого розуміння процесу, можна використовувати різні методи, такі як групові зустрічі, консультації з розробниками процесу й обслуговуючим його персоналом («експерти, власне кажучи, предмета»), розгляд історії процесу або аналіз видів і наслідків відмовлень (FMEA). Контрольні карти, що описуються в даному посібнику, є могутнім засобом, який можна використовувати для цих цілей. Ці прості статистичні методи допомагають диференціювати звичайні й особливі причини змінності. Потрібно звертати пильну увагу на особливі причини змінності. Коли досягнутий статистично керований стан, індекс відтворюваності може бути використаний при атестації поточного рівня довгострокової відтворюваності процесу.

Підтримка (управління) процесу. Коли краще розуміння процесу досягнуте, параметри процесу повинні підтримуватися на належному рівні відтворюваності. Процеси динамічні і будуть змінюватися. Спостереження за параметрами настроєного процесу повинне забезпечуватися таке, щоб могли бути вчасно прийняті ефективні заходи для запобігання небажаних змін. Бажані зміни так само повинні бути зрозумілі й оформлені.

Важливо зрозуміти, що в будь-якій компанії є межа ресурсів. Деякі, іноді багато які, процеси можуть бути в другій стадії. Однак невдача при переході до наступної стадії цього

циклу може призвести до значних втрат у конкурентному змаганні. Досягнення «світового класу» вимагає стійких і планованих зусиль щодо переходу до наступної стадії циклу удосконалювання процесу.

Удосконалення процесу. До цього пункту всі зусилля були спрямовані на стабілізацію і підтримку параметрів процесу. Однак для деяких процесів споживач є чутливим навіть до змін у середині меж технічної специфікації. У цих випадках ціль безупинного удосконалення не буде досягнута, поки змінність не буде знижена. У цьому випадку можуть бути використані додаткові засоби аналізу процесу, що включають розвинуті статистичні методи, такі як планування експериментів і більш складні контрольні карти.

Удосконалювання процесу за допомогою зменшення змінності його параметрів зазвичай передбачає цілеспрямоване введення змін у процес і вимір наслідків цього введення. Метою є краще розуміння процесу, що дозволяє ще більш знизити змінність за звичайних причин. Результат цього зниження — підвищена якість при менших витратах.

Коли визначені нові параметри процесу, цикл повертається назад до аналізу процесу. Оскільки були зроблені зміни, знову повинна бути підтверджена стабільність процесу. Потім процес продовжує рухатися за циклом його удосконалювання.

В процесі виробництва проводиться вибірка певних даних заданої величини. Після цього будується діаграма варіації вибраних значень в цій діаграмі і розглядається степінь їх близькості до заданої величини. Якщо діаграма показує наявність тренду вибраних значень, чи раптом вибрані дані лежать за заданими границями (UCL, LCL), то вважається що процес вийшов з-під контролю, і застосовуються необхідні дії для того щоб знайти причину його розладки. Інколи такі карти називають контрольними картами Шухарта (який вперше застосував на практиці такі методи керування в 1931р.)

Класифікація типів контрольних карт часто здійснюється відповідно до типу величини, котрі вибрані для відслідковування характеристик якості. Так розрізняють контрольні карти для неперервних змінних і контрольні карти по альтернативному признаку. Зокрема, для контролю по неперервній ознаці зазвичай будуються наступні контрольні карти:

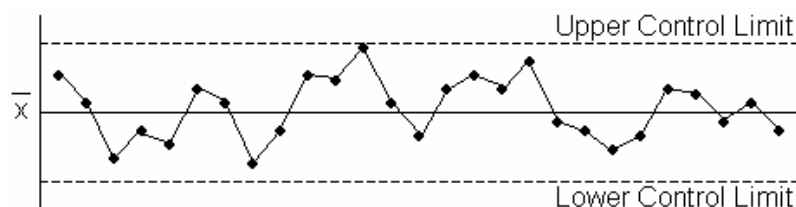
X-карта. На цю карту наносять значення вибірових середніх для того щоб контролювати відхилення від середнього значення неперервної величини.

R-карта. Для контролю за ступінню змінності неперервної величини в контрольній карті цього типу будуються значення розмаху вибірки.

Крім центральної лінії, на карті присутні дві додаткові лінії, які показують верхній (UCL) і нижній (LCL) контрольні лінії. Обчислення цих ліній здійснюється за правилом 3σ («три сігма») і показано нижче на малюнку 4. Якщо результуюча крива на графіку (Мал. 5) виходить за контрольні лінії чи її конфігурація виражає певну тенденцію поведінки для наступних вибірок, то це розглядається як натяк на існування проблем із якістю даного процесу.

$$\begin{aligned}
 UCL(\text{Upper Control Limit}) &= \mu + k * \delta \\
 LCL(\text{Lower Control Limit}) &= \mu - k * \delta, \quad \text{where} \\
 \delta &= SD(\text{standard deviation}), \\
 \mu &= \text{Median}(\text{average}) \\
 k &= \begin{cases} 3, & \text{if } \delta < 10\% \text{ of } \mu \\ 2, & \text{if } \delta < 20\% \text{ of } \mu \\ 1, & \text{if } \delta < 30\% \text{ of } \mu \\ 0.5, & \text{if } \delta < 50\% \text{ of } \mu \\ \text{Management Limits,} & \text{if } \delta \geq 50\% \text{ of } \mu \end{cases}
 \end{aligned}$$

Мал. 4. Обчислення верхньої і нижньої контрольних ліній



Мал. 5. Загальний вигляд контрольних карт

S-карта. Для контролю за ступінню змінності неперервної величини в контрольній карті даного типу розглядаються значення вибірових стандартних відхилень.

*S**2*-карта. В контрольній карті даного типу для контролю змінності будується графік вибірових дисперсій.

Для контролю якості процесів по альтернативному признаку часто використовуються контрольні карти таких типів:

C-карта. В таких контрольних картах будується графік числа дефектів. При використанні карти такого типу робиться припущення, що дефекти контролюємої характеристики процесу зустрічаються досить рідко, при цьому контрольні лінії даного типу карт рахуються на основі властивостей розподілу Пуассона (розподіл рідкісних подій).

U-карта. В карті даного типу будується графік відносної частоти дефектів, тобто відношення числа знайдених дефектів до n – числа перевірених одиниць продукту (тут n позначає, наприклад, число рядків програми). Її можна використовувати при аналізі партій різного об'єму.

Np-карта. В контрольних картах даного типу будується графік для числа дефектів, як і в випадку *C*-карти. Однак, контрольні лінії цієї карти розраховуються на основі біноміального розподілу.

P-карта. В картах даного типу будується графік проценту знайдених дефектних виробів (в розрахунку на партію, в день...). Графік будується так само як і в випадку *U*-карти. Однак, контрольні лінії для даної карти обчислюються на основі біноміального розподілу, а не розподілу рідкісних подій.

Під відтворюваністю технологічного процесу розуміють потенційну точність технологічного процесу, що реалізується тільки при відсутності впливу невідповідних факторів, таких як зміна настроювання, заміна інструмента чи оператора і т. п. Таким чином, відтворюваність реалізується лише на відносно коротких інтервалах часу, протягом яких можуть бути узяті миттєві вибірки.

Кількісно відтворюваність характеризує індекс відтворюваності. При цьому, як правило, передбачається, що протягом інтервалів часу, коли відсутні невідповідні впливи, технологічний процес видає на виході нормальний розподіл показника якості. Індекс відтворюваності C_p є співвідношення між величиною поля допуску $[T_n, T_b]$ і середнім квадратичним відхиленням нормального закону розподілу:

$$C_p = \frac{T_b - T_n}{6\sigma}, \quad (1)$$

T_n, T_b — верхня і нижня границі поля допуску на даний показник якості;

σ — середнє квадратичне відхилення або його оцінка по вибірці.

Звичайно σ оцінюють кілька разів відповідно по декількох миттєвих вибірках і беруть середнє значення $\sigma_{сер}$, що підставляють у (1).

Як видно з формули (1), відтворюваність технологічного процесу ніяк не пов'язана з його настроюванням: технологічний процес узагалі може бути настроєний «повз допуск», але це ніяк не вплине на величину C_p .

Якщо $C_p = 1$, то технологічний, у принципі при ідеальному настроюванні, здатний забезпечити рівень невідповідностей 0,27 %. При цьому реальний рівень невідповідностей навіть теоретично не може бути нижчим за цю величину, а практично буває значно вищим. Збільшення індексу C_p відповідає більш високим потенційним можливостям технологічного процесу, тобто більш низькому потенційному рівню невідповідностей, і навпаки.

Природно, що коефіцієнт відтворюваності можна обчислити тільки для показників якості, що вимірюються (контролюються), за кількісною ознакою і для яких заданий двосторонній допуск, тобто допуск із верхньою і нижньою границями.

На відміну від відтворюваності, придатність технологічного процесу для вирішення призначених для нього задач оцінюється шляхом перевірки реальних параметрів технологічного процесу з огляду як на їх відповідність розрахованим, так і відповідність періодів настроювання устаткування періодам, які для даного процесу є оптимальними. Оскільки настроювання періодично змінюється, то придатність технологічного процесу для вирішення призначених для нього задач може бути оцінена для одного періоду часу з визначеним настроюванням технологічного процесу.

Кількісно налагодженість технологічного процесу характеризується індексом придатності C_{pk} , що оцінюється в такий спосіб (іноді C_{pk} називають індексом налагодженості).

Спочатку по вибірці оцінюється положення центра настроювання технологічного процесу μ і оцінюється значення середнього квадратичного відхилення σ . Потім визначається відстань Δ від μ до найближчої границі допуску (верхньої T_v чи нижньої T_n):

$$\Delta = \min\{(\hat{\mu} - T_n)/(T_v - \hat{\mu})\}. \quad (2)$$

Тоді індекс придатності C_{pk} визначається як відношення величини Δ до величини 3σ :

$$C_{pk} = \frac{\Delta}{3\hat{\sigma}} = \min\left(\frac{(\hat{\mu} - T_n)}{3\hat{\sigma}} \left/ \right. \left(\frac{(T_v - \hat{\mu})}{3\hat{\sigma}}\right)\right). \quad (3)$$

З формул (1) і (3) випливає, що значення індексу придатності не може бути більшим за значення індексу відтворюваності.

Якщо індекс придатності $C_{pk} = 1$, то процес забезпечує реальний рівень невідповідностей не менш як 0,27%. Збільшення індексу придатності відповідає більш високій якості процесу: і його точність, і його настроювання забезпечують мале значення рівня невідповідностей. Зменшення індексу придатності свідчить про низьку точність або погане настроювання технологічного процесу щодо границь поля допуску.

Для оцінки реальної якості виконання технологічного процесу рекомендується протягом етапу попереднього дослідження процесу взяти кілька вибірок відповідно в різні періоди звичайного ходу процесу і обчислити по кожній з вибірок індекси придатності. Потім отримані значення C_{pk} потрібно усереднити, що дасть значення середнього індексу придатності C_{pk} .

Доцільність застосування статистичних методів під час управління ходом даного технологічного процесу може бути визначена після проведення етапу попереднього дослідження й обчислення індексів C_p і C_{pk} .

Якщо $C_p > 1$ і $C_{pk} > 1$, то процес має достатню точність і процедура його настроювання ведеться правильно. При цьому може бути рекомендоване застосування приймальних контрольних карт і об'єднання процедур регулювання технологічного процесу і приймання продукції в одній загальній процедурі SPC.

Якщо $C_p > 1$, а $C_{pk} < 1$ і C_{pk} значно нижче за C_p , то процес має досить високу потенційну точність, але погано ведеться спостереження за настроюванням процесу: більш за все, якісь фактори зміщують центр настроювання процесу, але це залишається непоміченим. Тут може бути рекомендоване застосування контрольних карт Шухарта з метою виявлення факторів, що впливають, поліпшення процедур настроювання технологічного процесу і зниження за рахунок цього рівня невідповідностей.

Якщо $C_p < 1$, то процес має низьку потенційну точність. Застосування статистичних методів під час регулювання не дасть відчутного ефекту. Тут необхідно підвищити точність технологічного процесу шляхом заміни ресурсів.

При всьому різноманітті методів, механізмів та технологій, при всій визначеності загальних принципів та цілей, головним принципом успіху їх втілення, успішного

функціонування та безперервного розвитку й вдосконалення є принцип "одноосібності", який передбачає:

Зацікавленість в результатах вищого керівництва — в ідеалі, "перша людина" на підприємстві виступає безпосереднім ініціатором та куратором розробки, реалізації, функціонування та розвитку системи управління процесами покращення якості.

Наявність особи з належними повноваженнями, яка повністю відповідає за розробку, втілення, функціонування та розвиток системи управління процесами покращення якості.

Виконання цих двох умов є запорукою успішності функціонування навіть обмеженої та простої системи, без цього навіть найдосконаліше спроектована система не стане насправді "системою" і втішатиме хіба що своїх розробників.

1. Векслер Е.М., Рифа В.М., Василевич Л.Ф. Менеджмент якості. Навчальний посібник. –К.: «ВД «Професіонал»», 2008. –С.182 –215.
2. Carnegie Mellon Software Engineering Institute, Pittsburgh, PA 15213-3890 Capability Maturity Model® Integration (CMMISM), Version 1.1 CMMISM for Systems Engineering, Software Engineering, Integrated Product and Process Development, and Supplier Sourcing (CMMI-SE/SW/PPD/SS, V1.1), Continuous Representation CMU/SEI-2002-TR-011 ESC-TR-2002-01, March 2002.
3. Christina Below and EU Project “Strengthening Civil Society” матеріали семінару “МЕНЕДЖМЕНТ ЯКОСТІ” 01-03 червня 2006.
4. Forrest W., Breyfogle III., 2003 –Implementing Six Sigma: smarter solutions using statistical methods – 2-nd ed., 1187p.
5. Питер С. Пэнди, Роберт П. Ньюмен, Роланд Р. Кэвенег «Курс на Шість Сигм. Как General Electric, Motorola и другие ведущие компании мира совершенствуют свое мастерство».

THE STATISTICAL CONTROL OF INFORMATION –TECHNOLOGICAL ENTERPRISES PROCESSES

M. Cherkes

The article is dedicated to general principles and methods of quality management of processes that are used in analysis and prediction of information-technological enterprises' activity.

Key words: statistical process control, technical process.