

Блок управління (БУ) запускає генератор синус квадратного імпульсу (ГСКІ) і пристрій вимірювання часу (ПВЧ) (рис. 4). Після завершення посилання імпульсу БУ перемикає лінію на вимірювальний канал. На початку вимірювального каналу встановлюємо смуговий фільтр (СФ) для усунення потрапляння шумів в вимірювальний канал, що можуть спричинити хибні спрацьовування, тобто ті сигнали, що не є результатом відбиття зондуючого імпульсу від неоднорідності. Якщо на вході АЦП з'являється фронт відбитого імпульсу, то ПВЧ реєструє час між посилання імпульсу (початком генерування переднього фронту) і отриманням відбитого сигналу (його появі на вході АЦП). Після оцифрування сигналу він подається на блок обробки сигналів (БОС), де визначається характер неоднорідності (резистивна, ємнісна чи індуктивна) і відстань до неї.

### Висновок

Переваги кожного методу можна об'єднати за допомогою створення уніфікованого пристрою контролю. При проведенні комплексної оцінки результатів дослідження можна зменшити число хибних виявлень, тобто значно підвищити достовірність роботи пристроїв контролю абонентських телефонних ліній.

1. Архипов О.С., Луценко В.М., Худяков В.А. *Захист інформації в телекомунікаційних мережах та системах зв'язку: Навчальний посібник.* – К.: ІВЦ “ІВЦ” «Політехніка», 2002. – 52 с. 2. Халяпин Д.Б. *Защита информации. Вас прослушивают? Защищайтесь!.* – М.: Ноу Шо «Баярд», 2004. – 432 с. 3. Канахович Г.Ф., Климчук В.П., Паук С.П., Потапов В.Г. *Защита информации в телекоммуникационных системах.* – К.: «МК-Пресс», 2005. 4. Парфенов Ю.А. *Кабели электросвязи.* – М.: Эко-Трендз, 2003. – 256 с. 5. Richard Lao “High Frequency Design Transmission Lines” From November 2002, Summit Technical Media, LLC. 6. Недоступ Л.А., Лазько О.В., Киселичник М.Д., Бобало Ю.Я. *Импульсная и частотная диагностика коаксиальных линий связи: Навч. посібник.* – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. 7. Бакланов И.Г. “Методы измерений в системах связи”. – М.: Изд-во «ЭКО-ТРЕНДЗ», 1999, 195 с. 8. Кулешов В.Н., Малышев В.З., Шварцман В.О. *Электрические измерения междугородных кабелей связи.* – М.: Связьиздат, 1953.

УДК 658.516

В.М. Юзевич, Р.І. Байцар, А.В. Гунькало  
Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

## СУЯ: МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ

© Юзевич В.М., Байцар Р.І., Гунькало А.В., 2007

**Наводиться розроблена модель управління процесами системи управління якістю, яка забезпечує прогнозування зміни показників вимірювання процесів у часі і постійне їх поліпшення, а також поліпшення діяльності підприємства загалом дає змогу створити таке виробництво, яке задовольнятиме вимоги всіх зацікавлених сторін.**

**The developed control model of quality management system processes which provides the foreseeing of process measurement indices' change in time and their permanent improvement as well as the improvement of enterprise activity on whole and enables us to create such an enterprise that will satisfy the requirements of all interested sides is notified.**

### Вступ

Як відомо, сучасна система управління якістю (СУЯ) ґрунтується на принципі процесного підходу до управління. Сьогодні можна говорити про необхідність впровадження спеціального управління процесами у межах всієї організації (підприємства).

Одним із принципово важливих (і разом з тим слабо вивчених) питань управління процесами є розроблення методів і підходів вимірювання процесів, вимоги і рекомендації до яких є у міжнародних стандартах ISO серії 9000:2000, в європейській моделі ділової досконалості, у різних моделях премій за якість. Проте, на практичному рівні ще не створено загальноприйнятну методiku подібного вимірювання.

Якість функціонування СУЯ може розглядатися як ступінь задоволеності процесом його учасників. При цьому задоволеність залежить від ступеня реалізації інтересів учасників у процесі. Як зацікавлені сторони розглядаються такі групи: споживачі (замовники); постачальники; персонал; власники, акціонери; суспільство. Кожна з груп, що бере участь в процесі, має свої інтереси у функціонуванні підприємства, на підставі яких можуть бути сформульовані цілі діяльності підприємства і критерії якості управління з погляду групи. Оскільки інтереси зацікавлених груп у діяльності підприємства різнонапрямлені, то критерієм якості функціонування СУЯ є здатність підтримувати певний баланс між такими різними цілями, як обсяг продажів, прибуток, доходи, дотримання вимог та очікувань персоналу і покупців і т.п. Необхідно зазначити, що узгодження цих інтересів та формування на їх основі комплексу цілей підприємства і є основною задачею управління.

### Мета досліджень

Метою цих досліджень є встановлення таких показників вимірювання процесів, які враховуватимуть потреби всіх зацікавлених сторін та розроблення моделі управління процесами СУЯ, яка забезпечуватиме їх удосконалення у часі та постійне поліпшення діяльності підприємства загалом.

### Аналіз досліджень

Для формування структури показників, які дають змогу оцінювати елементи входу і виходу будь-якого процесу, виділимо чотири сфери вимірювань: якість, кількість, витрати, час. Відповідно до них визначимо *типи показників вимірювання якості і ефективності процесів*, які можуть виражатися у відносних одиницях, балах або відсотках:

#### Результативність ( $P$ )

$$P_a = \frac{\text{Фактичний вихід}}{\text{Запланований вихід}}; \quad (1)$$

$$P_t = \frac{\text{Фактичний вихід в період часу } t}{\text{Запланований вихід в періоду часу } t_1, t_2, t_3};$$

#### Ефективність ( $E$ )

$$E_a = \frac{\text{Фактичний вихід}}{\text{Фактичний вхід}}; \quad E_t = \frac{E_{a,t}}{E_{a,t_1,t_2,t_3}}; \quad (2)$$

Період проведення аналізування результативності та ефективності функціонування процесів СУЯ, як правило, вибирає власник процесу, виходячи з виду процесу, об'єктивних або суб'єктивних причин, але не рідше, ніж один раз на рік [6].

#### Вартість, додана вартість ( $\Pi$ )

$$\Pi_a = \frac{\text{Задоволеність потреб і очікувань споживачів (і ін. зацікавл. сторін)}}{\text{Потреби, очікування споживачів (і ін. зацікавл. сторін)}}; \quad (3)$$

$$\Pi_t = \frac{\Pi_{a,t}}{\Pi_{a,t_1,t_2,t_3}}; \quad \Delta\Pi = \Pi_{a,t} - \Pi_{a,t_1,t_2,t_3};$$

Для вимірювання рівня задоволеності споживачів можна використовувати математичний апарат – нечітку логіку антонінів – який останнім часом широко застосовується для вирішення

практичних завдань оціночного характеру. Споживач у своїх роздумах використовує нечітку інформацію, отриману з власного досвіду, інтуїції, сприйняття, яка виражена у вигляді виразів, типу „добре”, „погано”, „дуже подобається”, „не подобається” та ін. Логіка антонімів дає змогу формалізувати мислення споживача.

Найпоширенішим та найпростішим методом обробки отриманої інформації від споживача є метод лінійної згортки. Вимірювання задоволеності споживача проводиться шляхом додавання показників задоволеності з урахуванням вагових коефіцієнтів [5]

$$K_0 = \sum_{j=1}^n K_j \cdot M_j, \quad (4)$$

де  $K_0$  – комплексний показник задоволеності;  $K_j$  –  $j$ -й показник задоволеності;  $M_j$  – коефіцієнт вагомості  $j$ -го показника задоволеності;  $n$  – кількість показників задоволеності.

#### **Корисність (K)**

$$K_a = \frac{\text{Позитивний ефект внаслідок користування}}{\text{Ступінь використання}}, \quad (5)$$

$$K_t = \frac{K_{a,t}}{K_{a,t_1,t_2,t_3}};$$

Функція загальної корисності виражає кількісну відповідність між позитивним ефектом, отриманим внаслідок функціонування процесу, і ступенем його використання.

#### **Надійність (R)**

$$R_a = \prod_{i=1}^n R_i = \prod_{i=1}^n P(E_1 \cap E_2 \cap \dots \cap E_n), \quad (6)$$

де  $P(i)$  – підпроцес,  $i=1\dots n$ ;  $n$  – кількість послідовних з'єднань;  $E_i$  – подія, яка полягає в тому, що підпроцес має кількісну оцінку якості [3].

$$R_t = \frac{R_{a,t}}{R_{a,t_1,t_2,t_3}}. \quad (7)$$

Отже, отримуємо певну структуру оціночних показників будь-якого процесу, яка утворює матрицю із 20 елементів (5×4) [1].

$$\begin{vmatrix} P_{t_0} & P_{t_1} & P_{t_2} & P_{t_3} \\ E_{t_0} & E_{t_1} & E_{t_2} & E_{t_3} \\ Ц_{t_0} & Ц_{t_1} & Ц_{t_2} & Ц_{t_3} \\ K_{t_0} & K_{t_1} & K_{t_2} & K_{t_3} \\ R_{t_0} & R_{t_1} & R_{t_2} & R_{t_3} \end{vmatrix}$$

Застосувавши таку систему показників для вимірювання будь-якого процесу, який має ключове (в даний момент часу) значення для організації, можна отримати реальний інструмент управління цим процесом.

Відповідно до сказаного вище, цільову функцію СУЯ можна записати у такому вигляді:

$$Y = k_1 \cdot P + k_2 \cdot E + k_3 \cdot Ц + k_4 \cdot K + k_5 \cdot R, \quad (8)$$

де  $k_1, k_2, k_3, k_4, k_5$  – коефіцієнти вагомості, які визначаються експертним методом.

Для визначення загального стану системи доцільно спочатку обчислити кожен з показників для кожного з основних процесів на підприємстві, наперед встановивши критерії оцінювання процесу.

Дані обчислення для процесу „Випуск продукції” ВАТ „Бориславський завод радіоелектронної медичної апаратури” за 4 квартали, починаючи з періоду впровадження окремих елементів СУЯ, наведено у табл. 1 і 2. Для отримання необхідної вихідної інформації використовувався експертний метод опитування (анкетування).

Таблиця 1

**Критерії оцінювання процесу “Випуск продукції”**

Назва критерію	Виконання вимог НД СУЯ				Виконання коригувальних (запобіжних) дій за наслідками попереднього оцінювання				Випуск продукції у встановлені терміни, відповідно до поданих заявок				Відсутність випуску невідповідної продукції				Виконання заходів, запланованих на місяць			
Значення критерію																				
Фактичне I, II, III, IV	0,5	0,5	0,7	0,8	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	0,3	0,4	0,3	0,6	0,6	0,7	0,7	0,9
Заплановане I, II, III, IV	0,7	0,8	0,9	1,0	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,9	1,0

Таблиця 2

**Значення показників вимірювання якості і ефективності процесу “Випуск продукції”**

Квартал	I	II	III	IV
Показник				
Результативність	0,710	0,780	0,770	0,850
Ефективність	0,390	0,430	0,430	0,470
Вартість	0,410	0,420	0,480	0,720
Корисність	0,790	0,780	0,830	0,860
Надійність	0,993	0,996	0,998	0,998

Отже, матриця оціночних показників для процесу „Випуск продукції” за рік, з початку актуалізації окремих елементів СУЯ матимемо вигляд:

$$\begin{vmatrix} 0,71 & 0,78 & 0,77 & 0,85 \\ 0,39 & 0,43 & 0,43 & 0,47 \\ 0,41 & 0,42 & 0,48 & 0,72 \\ 0,79 & 0,78 & 0,83 & 0,86 \\ 0,993 & 0,996 & 0,998 & 0,998 \end{vmatrix}$$

Побудуємо матрицю парної кореляції для вибраних показників вимірювання якості і ефективності процесу „Випуск продукції”. Коефіцієнт парної кореляції для двох випадкових значень параметрів оптимізації  $y_1$  і  $y_2$  визначається за формулою [4]:

$$r_{12} = \frac{\bar{y}_1 \bar{y}_2 - \bar{y}_1 \bar{y}_2}{\sigma_{y_1} \sigma_{y_2}}, \quad (9)$$

де

$$\bar{y}_1 \bar{y}_2 = \frac{\sum y_1 y_2}{m},$$

$$\sigma_{y1} = \sqrt{\frac{\sum y_1^2}{m} - \bar{y}_1^2},$$

$$\sigma_{y2} = \sqrt{\frac{\sum y_2^2}{m} - \bar{y}_2^2}.$$

Коефіцієнт кореляції знаходиться в межах від 0 до  $\pm 1$  ( $-1 \leq r \leq +1$ ).

Для нашого випадку матриця парної кореляції матиме вигляд:

Параметри оптимізації	<i>P</i>	<i>E</i>	<i>Ц</i>	<i>K</i>	<i>R</i>
$y_1 = P$	1	0,996	0,881	0,747	0,818
$y_2 = E$		1	0,873	0,773	0,864
$y_3 = Ц$			1	0,911	0,645
$y_4 = K$				1	0,744
$y_5 = R$					1

Отже, бачимо, що всі показники характеризуються досить високими кореляційними зв'язками, що дає змогу зробити висновок про узгодженість показників, що підтверджено висновками експертів за результатами спостереження.

Також обчислимо ступінь корельованості показників у часі:

Параметри оптимізації	$t_0$	$t_1$	$t_2$	$t_3$
$t_0$	1	0,992	0,997	0,902
$t_1$		1	0,992	0,889
$t_2$			1	0,924
$t_3$				1

Сильна корельованість між показниками свідчить про те, що процес проходив досить рівномірно, не виникало різких стрибків між значеннями показників у часі, а отже, можемо записати так зване рівняння регресії у вигляді:

$$y = at + b, \tag{10}$$

де

$$y = \begin{pmatrix} P \\ E \\ Ц \\ K \\ R \end{pmatrix}, \quad a = \begin{pmatrix} a_P \\ a_E \\ a_Ц \\ a_K \\ a_R \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} b_P \\ b_E \\ b_Ц \\ b_K \\ b_R \end{pmatrix}.$$

Для опрацювання отриманих результатів спостереження застосуємо метод графічного аналізу, а саме метод найменших квадратів

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^n y_i = a \sum_{i=1}^n t_i + bn; \\ \sum_{i=1}^n t_i y_i = a \sum_{i=1}^n t_i^2 + b \sum_{i=1}^n t_i. \end{cases} \quad (11)$$

Після здійснених обчислень отримуємо наступні аналітичні вирази для процесу „Випуск продукції” за вибраними показниками:

$$\begin{aligned} y_P &= 0,041t + 0,675; \\ y_E &= 0,024t + 0,37; \\ y_{Ц} &= 0,099t + 0,26; \\ y_K &= 0,026t + 0,75; \\ y_R &= 0,0017t + 0,992. \end{aligned}$$

Отже,  $a = \begin{vmatrix} 0,041 \\ 0,024 \\ 0,099 \\ 0,026 \\ 0,0017 \end{vmatrix}$ ,  $b = \begin{vmatrix} 0,675 \\ 0,37 \\ 0,26 \\ 0,75 \\ 0,992 \end{vmatrix}$ .

Графічна інтерпретація математичної моделі для зміни показників  $P$ ,  $E$ ,  $Ц$ ,  $K$  та  $R$  у часі показана на рис. 1 – 5.  $P1$ ,  $E1$ ,  $Ц1$ ,  $K1$ ,  $R1$  – усереднені прогнозовані значення показників  $P$ ,  $E$ ,  $Ц$ ,  $K$ ,  $R$ .

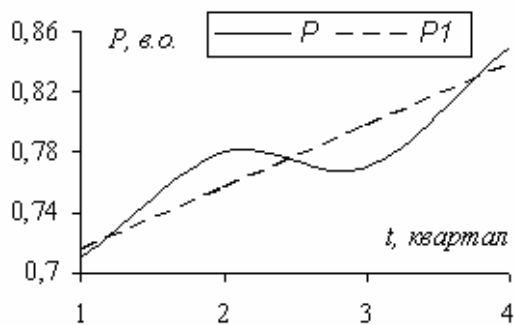


Рис. 1. Графічна інтерпретація математичної моделі для зміни показника  $P$  в часі

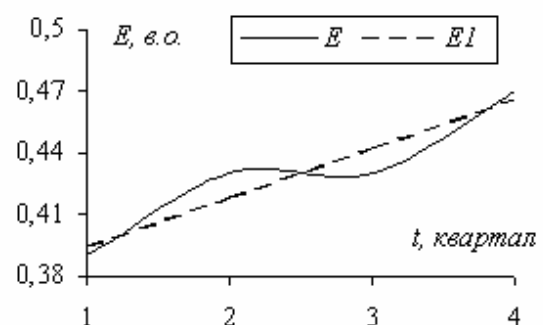


Рис. 2. Графічна інтерпретація математичної моделі для зміни показника  $E$  в часі

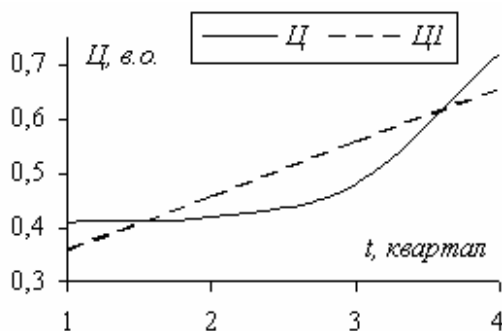


Рис. 3. Графічна інтерпретація математичної моделі для зміни показника  $Ц$  в часі

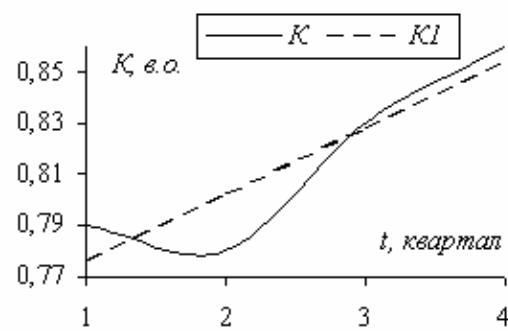


Рис. 4. Графічна інтерпретація математичної моделі для зміни показника  $K$  в часі

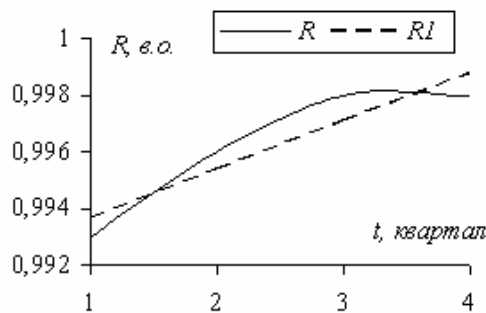


Рис. 5. Графічна інтерпретація математичної моделі для зміни показника R в часі

Отже, графічну інтерпретацію моделі поведінки показників процесу „Випуск продукції” з початку актуалізації окремих елементів СУЯ підприємства до повного її впровадження та сертифікації можна подати у такому вигляді (рис. 6).

На рис. 6. також показано прогнозовану зміну встановлених показників до „стану насичення” з достовірністю апроксимації (наближення) прогнозованих усереднених значень показників процесу  $R^2 = 0,9891$ . Рівняння зміни усереднених показників процесу (тренду) має вигляд  $Y1 = 0,181x + 3,0742$ . Дана модель відображає цільову функцію СУЯ малого промислового підприємства (за умови однакової важливості всіх показників).

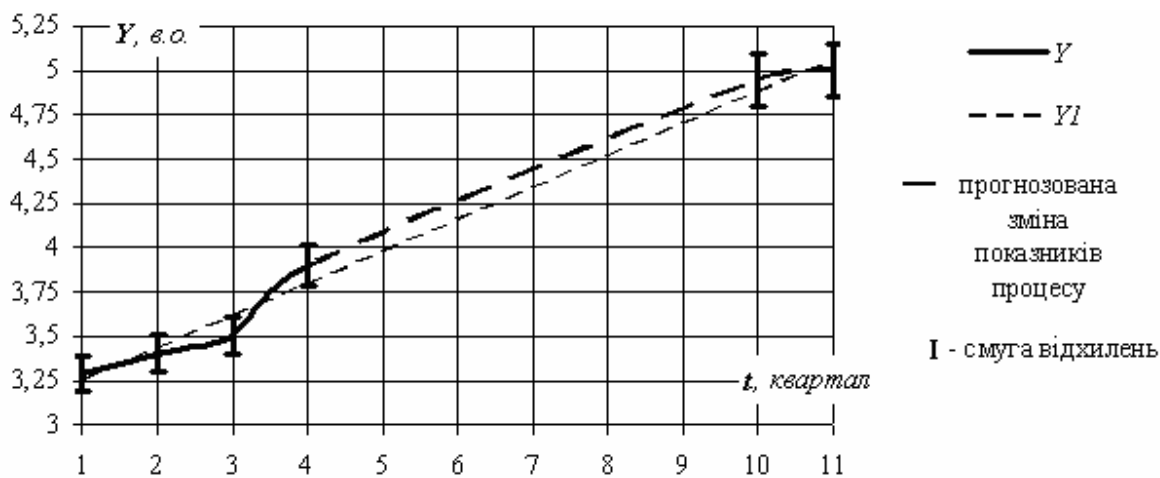


Рис. 6. Графічна інтерпретація математичної моделі управління процесом „Випуск продукції” для зміни показників процесу в часі

Визначимо невідповідності реально отриманих значень вибраних показників якості процесу і усереднених прогнозованих за допомогою обчислення коефіцієнта невідповідності Тейла

$$K_T = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Pi_i - \Pi_{1i})^2}}{\sqrt{\left( \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Pi_i^2} + \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Pi_{1i}^2} \right)}} \quad (12)$$

Крім того, обчислимо середнє абсолютне відхилення

$$\Delta = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Pi_i - \Pi_{1i})^2} . \quad (13)$$

Середнє відносне (нормоване) відхилення визначається

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left( \frac{\Pi_{1i}}{\Pi_i} - 1 \right)^2} . \quad (14)$$

Після здійснення обчислень отримуємо наступні значення характеристик (табл. 3).

Таблиця 3

**Значення невідповідностей отриманих показників  
процесу „Випуск продукції” і прогнозованих**

Показник	Середнє абсолютне відхилення, $\Delta$	Середнє відносне (нормоване) відхилення, $\delta$	Коефіцієнт невідповідності Тейла, $K_T$
Результативність, $P$	$2,78 \cdot 10^{-2}$	$3,69 \cdot 10^{-2}$	$1,789 \cdot 10^{-2}$
Ефективність, $E$	$1,12 \cdot 10^{-2}$	$2,634 \cdot 10^{-2}$	$1,313 \cdot 10^{-2}$
Вартість, $C$	$6,713 \cdot 10^{-2}$	0,146	$6,552 \cdot 10^{-2}$
Корисність, $K$	$1,561 \cdot 10^{-2}$	$1,98 \cdot 10^{-2}$	$0,959 \cdot 10^{-3}$
Надійність, $R$	$4,9 \cdot 10^{-4}$	$9,8 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$
$Y$	$9,712 \cdot 10^{-2}$	$2,334 \cdot 10^{-2}$	$1,76 \cdot 10^{-2}$

Проаналізувавши отримані значення, бачимо, що найточніші значення ми отримали для показника “надійність”. Найменш точно здійснювати прогнозування вдається для вартості. Це можна пояснити незнанням тенденцій ринку та інфляцією.

Відхилення отриманих значень показників від прогнозованих знаходяться в межах 3 – 5 %, що дає змогу зробити висновок про достовірність розробленої моделі та доцільність її використання підприємством.

Отже, ми отримали ефективний інструмент для вимірювання та прогнозування протікання процесів у часі, тобто реальний інструмент управління процесами, а отже, можна сказати, що і СУЯ підприємства. Адже насправді реально можна встановлювати цілі та отримувати тільки ті результати, які можна виміряти.

Моделювання можна об’єднати з постійним поліпшенням за допомогою циклу PDCA (Плануй – Виконуй – Перевірйай – Дій). За рахунок правильного моделювання, цей цикл може бути перетворений в інший: „плануй – вивчай – виконуй – впливай”. Моделюванням можна передбачити й оцінити результати будь-якого плану перед тим, як будуть витрачені час і гроші на етапі „впливай”.

Після оцінювання виробничого процесу група документує результати свого аналізування, визначає можливості для поліпшень і дає пропозиції щодо поліпшення керівництву підприємства. Керівництво вибирає кращі із запропонованих варіантів і реалізовує ті, які швидше окупляться. Вплив поліпшень повинен бути вимірний і співставлений з характеристиками вихідного виробничого процесу. Реалізовані поліпшення виробничого процесу використовують для уточнення моделі, після чого відкориговану модель застосовують ще раз для підтвердження того, що фактично поліпшення відповідають результатам моделювання.

Використання методів поліпшення процесів і моделювання дає змогу підприємству скоротити поточні витрати, створити таке виробництво, яке гнучко реагуватиме на зміни і забезпечить задоволення вимог всіх зацікавлених сторін.



## Висновки

Встановлено, що функціонування СУЯ залежить від постійного контролю і чіткого управління процесами, правильного оцінювання визначених показників їх протікання, вправного використання інструментів управління якістю та реалізації принципів їх постійного поліпшення. Все це забезпечується за допомогою розробленої моделі управління процесами з використанням системи контрольованих показників процесів.

1. Байцар Р.И., Гунькало А.В. Мониторинг процессов в системе менеджмента качества // Труды международной научно-технической конференции „Проблемы современной гражданской авиации”. – Баку, Азербайджан: Национальная академия авиации. – 2007. – С. 10 – 13.
2. Бичківський Р.В., Столярчук П.Г., Сопільник Л.І., Калинський О.О. Управління якістю. Сертифікація. – К.: Школа, 2005. – 432 с.
3. Беляев М.И. Системные технологии управления качеством // Интернет ресурс сайту [www.newnauka.narod.ru](http://www.newnauka.narod.ru).
4. Засименко В.М. Основи теорії планування експерименту: Навч. посібник. – Львів: Видавництво Нац. ун-ту „Львівська політехніка”, 2000. – 205 с.
5. Гунькало А.В., Байцар Р.І. Оцінювання задоволеності споживачів в системі менеджменту // Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції „Маркетинг та логістика в системі менеджменту”. – Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка”. – 2006. – С. 79 – 81.
6. Системи управління якістю. Збірник нормативно-правових документів. Вип. 2. – Львів: ЛвРДЦСМС, 2001. – 162 с.