

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ТЕНДЕНЦИЙ ИЗМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ УРОВЕНЬ ИСПОЛНЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ПРОЦЕССАХ СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА *

С.В. Пономарев, Л.И. Соколова, С.С. Григорьев

Кафедра «Автоматизированные системы и приборы», ТГТУ

Ключевые слова и фразы: относительный тренд; результативность; тенденции изменения во времени; эффективность.

Аннотация: Рассмотрен вариант построения соотношений для оценки тенденций изменения показателей осуществления деятельности в рамках процессов системы менеджмента качества.

Введение

Для того чтобы успешно осуществлять управление деятельностью в рамках процессов системы менеджмента качества (СМК) в международном стандарте ГОСТ Р ИСО 9001–2001 [1, 2] сформулированы требования о необходимости измерения показателей результативности этих процессов, а в стандартах ГОСТ Р ИСО 9000–2001 [2, 3] и ГОСТ Р ИСО 9004–2001 [2, 4] приведены рекомендации о желательности измерения показателей эффективности процессов СМК. Необходимость измерения показателей результативности и эффективности исполнения деятельности в рамках каждого процесса СМК обусловлена известным утверждением: «Для того, чтобы управлять качеством процесса, необходимо уметь измерять его результативность и эффективность» [5].

В условиях системы менеджмента качества при выработке проектов управленческих решений, а затем при принятии конкретных решений либо о необходимости осуществить вмешательство в ход процесса, либо о возможности его выполнения в прежнем режиме («как есть»), широко используется следующий подход. Осуществляют сравнение показателя результативности (эффективности) исполнения деятельности в рамках процесса за определенный промежуток времени (год, полугодие, месяц, неделя). Если результативность (эффективность) процесса за этот промежуток времени улучшилась, то обычно принимают решение о возможности продолжать осуществление процесса в соответствии с установленной (действующей) процедурой. Если же результативность (эффективность) процесса за отчетный период времени ухудшилась, то приходится принимать управленческое решение о необходимости выполнить предупреждающие или корректирующие действия, а иногда приступить к радикальной перестройке (например, к реинжинирингу [6]) процесса.

На основании изложенного видно, что для успешной выработки управленческих решений, помимо умения измерять результативность (эффективность) про-

* Избранные доклады Международной теплофизической школы МТФШ–6, Тамбов, ТГТУ, 2007 г.

цессов СМК, необходимо иметь возможность оценивать показатели, характеризующие тенденции изменения результативности (эффективности) процессов.

Ниже рассмотрен один из подходов к оценке тенденций изменения показателей результативности (эффективности) процессов СМК в случае, когда имеющиеся данные можно аппроксимировать зависимостью, включающей в себя периодическую и линейную составляющие.

Этот подход следует применять для процессов, в ходе которых имеет место периодическое изменение показателей исполнения деятельности, например, из-за сезонных колебаний спроса на продукцию процесса (в частности, при производстве тентовых материалов, отопительного оборудования, мороженого и т.п.). При этом, имеющиеся результаты измерения показателя y_i , соответствующие моментам времени τ_i , при их отображении на плоскости в виде точек с координатами (τ_i, y_i) обычно оказываются расположенными вблизи кривой (рис. 1), которая может быть представлена в виде зависимости

$$y(\tau) = y_{\text{лин}}(\tau) + y_{\text{пер}}(\tau) = a + k\tau + A \cos(\omega\tau - \varphi), \quad (1)$$

где $y(\tau)$ – значение показателя y в момент времени τ ; A , $\omega = \frac{2\pi}{\tau_{\text{пер}}}$, φ – соответственно амплитуда, частота и сдвиг по фазе периодической составляющей $y_{\text{пер}}(\tau)$

изменения показателя $y(\tau)$; $\tau_{\text{пер}}$ – период колебаний; a , k – параметры линейной составляющей $y_{\text{лин}}(\tau) = a + k\tau$, определяющей тенденции изменения показателя $y(\tau)$.

Зависимость (1) включает в себя как периодическую

$$y_{\text{пер}}(\tau) = A \cos(\omega\tau - \varphi),$$

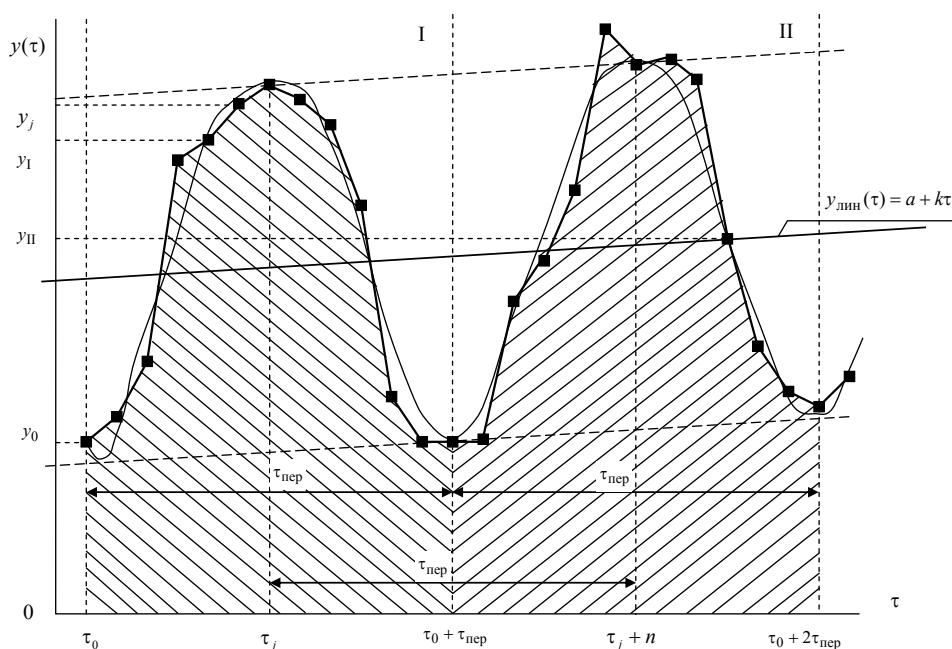


Рис. 1. Подход к оценке тенденций изменения показателя результативности (эффективности) при аппроксимации результатов измерений зависимостью (1), включающей в себя периодическую и линейную составляющие

так и линейную

$$y_{\text{лин}}(\tau) = a + k\tau,$$

составляющие, параметр k определяет тенденцию изменения показателя результативности (эффективности) процесса.

В общем случае значения пяти параметров $a, k, A, \omega = \frac{2\pi}{\tau_{\text{пер}}}, \varphi$, входящих в

зависимость (1), можно определить путем аппроксимации имеющихся данных в виде пар значений $(\tau_j, y_j), j = 1, 2, \dots$, например, методом наименьших квадратов [7, 8]. Однако для рассматриваемой в данной статье задачи наиболее важным является определение значения параметра k . Ниже рассмотрен подход к определению значения параметра k , позволяющий обойтись без использования метода наименьших квадратов.

Принимая во внимание, что для периодической функции интеграл на отрезке времени, равном периоду колебаний $\tau_{\text{пер}}$, обращается в ноль, то есть

$$\int_{\tau_0}^{\tau_0 + \tau_{\text{пер}}} A \cos(\omega\tau - \varphi) d\tau = 0,$$

для определения величины параметра k можно использовать формулу

$$k = \frac{dy_{\text{лин}}(\tau)}{d\tau} \approx \frac{y_{\text{II}} - y_{\text{I}}}{\tau_{\text{пер}}}, \quad (2)$$

где

$$y_{\text{I}} = \frac{1}{\tau_{\text{пер}}} \int_{\tau_0}^{\tau_0 + \tau_{\text{пер}}} y(\tau) d\tau \approx \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j, \quad (3)$$

$$y_{\text{II}} = \frac{1}{\tau_{\text{пер}}} \int_{\tau_0 + \tau_{\text{пер}}}^{\tau_0 + 2\tau_{\text{пер}}} y(\tau) d\tau \approx \frac{1}{n} \sum_{j=n+1}^{2n} y_j, \quad (3a)$$

$$y_{\text{III}} = \frac{1}{\tau_{\text{пер}}} \int_{\tau_0 + 2\tau_{\text{пер}}}^{\tau_0 + 3\tau_{\text{пер}}} y(\tau) d\tau \approx \frac{1}{n} \sum_{j=2n+1}^{3n} y_j, \dots \text{ и т.д.} \quad (3б)$$

– средние значения показателей $y(\tau)$ на протяжении I, второго II, третьего III и так далее периодов, соответствующих промежуткам времени $\tau_0 < \tau \leq (\tau_0 + \tau_{\text{пер}})$, $(\tau_0 + \tau_{\text{пер}}) < \tau \leq (\tau_0 + 2\tau_{\text{пер}})$, $(\tau_0 + 2\tau_{\text{пер}}) < \tau \leq (\tau_0 + 3\tau_{\text{пер}})$; y_j – значение показателя $y(\tau_j)$ в момент времени τ_j ; n – число измерений (наблюдений), осуществляемых на протяжении периода $\tau_{\text{пер}}$ изменения показателя $y(\tau)$; отметим, что при годовом периоде колебаний и ежемесячном измерении показателя y_j , обычно величина $n = 12$ месяцев.

Недостатком коэффициента k , вычисляемого по формуле (2), является то, что он имеет размерность. Желательно при оценке тенденций изменения показателя результативности (эффективности) во времени иметь возможность использовать безразмерную величину. В связи с этим в работе [9] было предложено применять оценку T относительного тренда, выраженную в процентах, а именно

$$T = \frac{\Delta\tau}{\bar{y}(\tau)} \frac{dy(\tau)}{d\tau} 100\% \approx \frac{\Delta\tau k}{\bar{y}(\tau)} 100\% \approx \frac{\Delta\tau(y_i - y_{i-n})}{\bar{y}_i(\tau_i - \tau_{i-n})} 100\%, \quad (4)$$

где y_i, y_{i-n} – значения показателя результативности (эффективности), измеренные соответственно в момент времени τ_i и τ_{i-n} ; $n = i - (i-n)$ – разность между номерами сравниваемого (последнего) i -го и принятого за базу сравнения $(i-n)$ -го измерения; $(\tau_i - \tau_{i-n})$ – промежуток времени, к которому относится вычисленное значение

оценки T относительного тренда; $\bar{y}(\tau) = \frac{1}{\tau_i - \tau_{i-n}} \int_{\tau_{i-n}}^{\tau_i} y(\tau) d\tau \approx \bar{y}_i = \frac{1}{n} \sum_{j=i-n}^i y_j$ –

среднее значение показателя y за рассматриваемый промежуток времени $(\tau_i - \tau_{i-n})$; $\Delta\tau$ – единица измерения промежутков времени; эта единица измерения $\Delta\tau$ может быть задана равной, например:

$\Delta\tau = \tau_i - \tau_{i-n} = 1$ месяц (при базе сравнения $n = 1$ месяц);

$\Delta\tau = \tau_i - \tau_{i-n} = 6$ месяцев = 1 полугодие (при базе сравнения $n = 6$ месяцев или $n = 1$ полугодие);

$\Delta\tau = \tau_i - \tau_{i-n} = 12$ месяцев = 1 год (при базе сравнения $n = 12$ месяцев).

Если же измерение показателей результативности (эффективности) осуществляют только один раз в год, то при $n = 1$ год величину единицы измерения времени следует принять $\Delta\tau = (\tau_i - \tau_{i-n})|_{n=1} = \tau_i - \tau_{i-1} = 1$ год. Тогда формула (4) принимает наиболее простой вид

$$T = \frac{\Delta\tau}{y(\tau)} \frac{dy(\tau)}{d\tau} 100\% \approx \frac{y_i - y_{i-1}}{\bar{y}_i} 100\%. \quad (4a)$$

С учетом найденных таким образом значений y_I, y_{II} и $k = \frac{dy_{\text{лин}}(\tau)}{d\tau}$ легко можно определить оценку T относительного тренда, выраженную в процентах, а именно

$$T = \frac{\Delta\tau}{\bar{y}} \frac{dy_{\text{лин}}(\tau)}{d\tau} 100\% \approx \frac{\Delta\tau k}{\bar{y}} 100\% \approx \frac{\Delta\tau(y_{II} - y_I)}{\bar{y} \tau_{\text{пер}}} 100\%, \quad (5)$$

где $\bar{y} = \frac{1}{\tau_k - \tau_0} \int_{\tau_0}^{\tau_k} y(\tau) d\tau \approx \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{nm} y_j$ – среднее значение показателя $y(\tau)$ за промежу-

ток времени, кратный периоду $\tau_{\text{пер}}$ от начального τ_0 и до конечного $\tau_k = \tau_0 + m\tau_{\text{пер}}$ моментов измерения; y_j – значение показателя $y(\tau_j)$ в момент времени τ_j ; n – количество наблюдений (измерений) показателя результативности (эффективности) на протяжении периода $\tau_{\text{пер}}$ (при $\tau_{\text{пер}} = 12$ месяцев обычно $n = 12$); m – количество рассматриваемых периодов колебаний $m = (\tau_k - \tau_0) / \tau_{\text{пер}}$ показателя $y(\tau)$ процесса (на рис. 1 показан случай, когда $m = 2$).

Изложенный в статье подход был применен для обработки приведенных в табл. 1 данных об отгрузке отопительного оборудования на одном из заводов Воронежской области.

В нижней части табл. 1 представлены результаты вычисления:

Таблица 1

Данные об отгрузке отопительного оборудования

Месяцы	Объем отгрузки, шт.		
	2000	2001	2002
Январь	6	5	3
Февраль	6	6	3
Март	16	2	12
Апрель	7	33	11
Май	14	6	8
Июнь	13	15	9
Июль	10	18	37
Август	21	17	28
Сентябрь	21	35	17
Октябрь	16	6	15
Ноябрь	4	11	14
Декабрь	4	5	20
Средние ежемесячные значения отгрузки	$y_I = 11,5$	$y_{II} = 13,25$	$y_{III} = 14,75$
	$y_{I,II} = 12,375$		$y_{II,III} = 14,000$
	$y_{I-III} = 13,1875$		
Параметр k	$k_{I,II} = 0,145$	$k_{II,III} = 0,125$	
	$k_{I-III} = 0,135$		
Относительный тренд T , %	$T_{I,II} = 14,06$	$T_{II,III} = 10,71$	
	$T_{I-III} = 11,68$		

1) средних ежемесячных значений y_I , y_{II} , y_{III} отгрузки, соответственно в 2000–2002 годах, вычисленных по формулам (3) – (36);

2) значений параметров $k_{I,II}$, $k_{II,III}$, k_{I-III} , отражающих тенденции изменения показателя отгрузки y_i соответственно по данным 2000 и 2001 годов, 2001 и 2002 годов, а также по данным 2000–2002 годов, причем, по формуле (2) были получены значения:

$$k_{I,II} = (y_{II} - y_I) / \tau_{пер} = (13,25 - 11,5) / 12 = 0,145;$$

$$k_{II,III} = (y_{III} - y_{II}) / \tau_{пер} = (14,75 - 13,25) / 12 = 0,125,$$

а затем вычислено среднее за три года значение

$$k_{I-III} = (k_{I,II} + k_{II,III}) / 2 = (0,145 + 0,125) / 2 = 0,135;$$

3) значения относительных трендов T , вычисленных по формуле (4), а именно:

$$\text{за 2000 и 2001 гг.} - T_{I,II} = (\Delta \tau k_{I,II} / \bar{y}_{I,II}) 100\% = (12 \cdot 0,145 / 12,375) 100\% = 14,06\% ;$$

за 2001 и 2002 гг. – $T_{II,III} = (\Delta\tau k_{II,III} / \bar{y}_{II,III}) 100\% = (12 \cdot 0,125 / 14) 100\% = 10,71\%$;

за 2000 – 2002 гг. – $T_{I,III} = (\Delta\tau k_{I-III} / \bar{y}_{I-III}) 100\% = (12 \cdot 0,135 / 13,87) 100\% = 11,68\%$.

Приведенный пример обработки реальных (сильно зашумленных) данных свидетельствует о практической полезности предложенного в статье подхода к оценке тренда показателей результативности (эффективности) процессов.

Список литературы

1. ГОСТ Р ИСО 9001–2001. Системы менеджмента качества. Требования. – Введ. 2001–08–15. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 26 с.
2. Пономарев, С.В. Управление качеством продукции. Введение в системы менеджмента качества / С.В. Пономарев, С.В. Мищенко, В.Я. Белобрагин. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2004. – 248 с.
3. ГОСТ Р ИСО 9000–2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Введ. 2001–08–15. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 30 с.
4. ГОСТ Р ИСО 9004–2001. Системы менеджмента качества. Руководящие указания по улучшению деятельности. – Введ. 2001–05–15. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 52 с.
5. Пономарев, С.В. Формирование и оценка показателей результативности и эффективности процессов СМК / С.В. Пономарев, С.В. Миронов // Стандарты и качество. – 2007. – № 8. – С. 70–72.
6. Управление качеством продукции. Инструменты и методы менеджмента качества / С.В. Пономарев [и др.]. – М. : РИА «Стандарты и качество», 2005. – 248 с.
7. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближенные функции, дифференциальные и интегральные уравнения / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. – М. : Наука, 1967. – 368 с.
8. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М. : Наука, 1973. – 832 с.
9. Затраты на качество в образовательной организации / С.А. Пахомова [и др.]. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2006. – 128 с.

To the Question of Assessment of Tendencies to Changes in Indexes Characterizing the Level of Performance in the Processes of Quality Control System

S.V. Ponomarev, L.I. Sokolova, S.S. Grigoryev

Department “Automated Systems and Devices”, TSTU

Key words and phrases: efficiency; effectiveness; relative trend; tendencies to time changes.

Abstract: The technique of designing relations for assessment of tendencies to changes in indexes of performance within the quality control system is studied.

**Zur Frage über die Einschätzung der Tendenzen der Veränderung
der Daten, die das Niveau der Erfüllung der Tätigkeit in den Prozessen
des Systems des Qualitätsmanagements charakterisieren**

Zusammenfassung: Es ist die Variante der Konstruktion der Verhältnisse für die Einschätzung der Tendenzen der Veränderung der Daten der Verwirklichung der Tätigkeit im Rahmen der Prozesse des Systems des Qualitätsmanagements untersucht.

**Sur le problème de l'évaluation des tendances des changements des indices
caractérisant le niveau de l'exécution de l'activité dans les processus
du management de la qualité**

Résumé: Est examinée la variante de la construction des relations pour l'évaluation des tendances des changements des indices caractérisant le niveau de l'exécution de l'activité dans le cadre des processus du management de la qualité.
