

Лукашина Ю.Ю. Методическое обоснование процессов и процедур гарантированного управления качеством продукции гибкого предприятия [Электронный ресурс] // Информационно-экономические аспекты стандартизации и технического регулирования: Научный интернет-журнал. 2014. – № 3(19). Режим доступа http://iea.gostinfo.ru/files/2014_03/2014_03_02.pdf

УДК 65.018

МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ И ПРОЦЕДУР ГАРАНТИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ ГИБКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Лукашина Ю.Ю., ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Аннотация. В статье анализируются методические подходы устойчивого управления качеством продукции гибкого предприятия. Модели качества продукции гибкого предприятия выступают интегральным критерием оценки качества состояния функционирования предприятия и выделяют дифференциальные показатели качества оценки влияния турбулентной хаотической экономической среды на состояние функционирования системы менеджмента качества гибкого предприятия и её подсистем на длительном экономическом горизонте развития.

Ключевые слова и фразы: устойчивость; управление качеством; гибкое предприятие.

UDC 65.018

METHODICAL JUSTIFICATION OF PROCESSES AND PROCEDURES STEADY PRODUCT QUALITY CONTROL FLEXIBLE ENTERPRISE

Lukashina Y.Y., Tambov state technical university, Tambov

Summary. In article methodical approaches of steady product quality control of the flexible enterprise are analyzed. Models of quality of production of the flexible enterprise act as integrated criterion of an assessment of quality of a condition of functioning of the enterprise and allocate differential indicators of quality of an assessment of influence of the turbulent-stability economic environment for a condition of functioning of quality management system of the flexible enterprise and its subsystems on the long economic horizon of development.

Keywords and phrases: stability; quality management; flexible enterprise.

Хаордизм рынка воздействует на позиционирование предприятия в турбулентной рыночной среде, в которой законы конкуренции ориентируют и настраивают каждое предприятие из кластеров «жёстких» и гибких предприятий на определённую конкурентную стратегию [1].

Процесс трансформации качества продукции таких предприятий логично записать в виде следующей модели:

$$\frac{\partial K}{\partial \tau} = f(K, B_+, B_-) \quad (1)$$

$$\begin{cases} B_+^*(\tau) \geq B_+(\tau) : f(K, B_+^*, B_-) \leq f(K, B_+, B_-) \\ B_-^*(\tau) \geq B_-(\tau) : f(K, B_+, B_-) \leq f(K, B_+, B_-) \end{cases}, \quad (2)$$

где K – качество продукции; τ – время; B_+ – «вызов» турбо-институциональной внешней экономической среды, стимулирующий развитие качества продукции; B_- – «вызов» турбо-институциональной внешней экономической среды, тормозящий развитие качества продукции; B_+^* , B_-^* – оптимальные значения.

При хаордическом управлении качеством продукции модель качества продукции (1) с ограничениями (2) целесообразно записать в виде:

$$\frac{\partial K}{\partial \tau} = f(K) : \frac{\partial K}{\partial \tau} = f(K_+, K_-), \quad (3)$$

где K_+ и K_- – уровни качества продукции.

Для модели (3) необходимым и достаточным условием инновационного развития качества продукции является неравенство вида $f \geq 0$. Поскольку для гибкого предприятия характерна гармонизация неравновесной и равновесной частей состояния и функционирования открытой системы гибкого предприятия, то модель (1) представим в виде:

$$\frac{\partial K}{\partial \tau} = K^* \cdot K, \quad (4)$$

где K^* – комплексная константа, зависящая от качества конъюнктуры рынка качества продукции и качества ожиданий потребителей; $K^* = (1/K) \frac{\partial K}{\partial \tau}$ – относительная скорость роста качества продукции.

Качество продукции, как решение модели (4) принимает вид:

$K = \alpha \cdot e^{K^* \cdot \tau}$, где α – стартовое качество продукции. При этом устойчивость качества продукции осуществляется за время: $\tau = \ln_i / K$, где $i = \overline{1, n}$ – запланированный рост качества продукции за счёт применения процессов и процедур неформализованных знаний и умений (рост интеллектуального капитала гибкого предприятия).

В точках бифуркаций кривой развития качества продукции наиболее пригодной становится модель вида:

$$\frac{\partial K}{\partial \tau} = f(K_+, K_-), \quad (5)$$

где K_+ и K_- – граничные значения качества продукции. В этом случае качество продукции имеет ограничение O_* «снизу» и модель примет вид:

$$\frac{\partial K}{\partial \tau} = K^* K(O_* - K) \quad (6)$$

$$K^* > 0; 0 < K < O_*$$

Для модели (6) относительная скорость роста качества является линейной функцией от качества K^* :

$$\frac{1}{K} \frac{\partial K}{\partial \tau} = K^* (O_* - K) \quad (7)$$

Из модели (6) получим:

$$\frac{\partial K}{K(O_* - K)} = K^* \partial \tau; \int \frac{\partial K}{K(O_* - K)} = K^* \tau + K^{**}; K^{**} = -\frac{1}{O_*} \ln \alpha; \frac{1}{O_*} \ln \frac{K}{O_* - K} + \frac{1}{O_*} \ln \alpha = K^* \tau;$$

$$\frac{\alpha K}{O_* - K} = e^{O_* K^* \tau}; \alpha K = (O_* - K) e^{O_* K^* \tau}; K = (\alpha + e^{O_* K^* \tau}) = O_* e^{O_* K^* \tau}; K = \frac{O_* e^{O_* K^* \tau}}{\alpha + e^{O_* K^* \tau}};$$

$$K = \frac{O_*}{1 + \alpha e^{-O_* K^* \tau}} \quad (8)$$

Геометрическим образом модели (8) является S-образная кривая. При этом:

а) если $K > O_*$, то модель имеет вид экспоненты $K = O_* e^{O_* K^* \tau}$;

б) прямые $K = O_*$ и $K = 0$ служат асимптотами S-образной кривой развития качества продукции;

в) точка на S -образной кривой с координатами $(\frac{\ln \alpha}{O_* K_*^*}; \frac{O^*}{\alpha})$ является экстремальной точкой – точкой перегиба.

Робастность S -образной модели формирования качества продукции гибкого предприятия существенным образом зависит от качества сырья в соответствии с концепцией «6М»: (материалы (materials) – M_1 ; машины (mashines) – M_2 ; персонал (man) – M_3 ; методы (methods) – M_4 ; измерения (metrology) – M_5 ; окружающая среда (media) – M_6) развития предприятия. В связи с этим в научной литературе гибкое предприятие нередко идентифицирует как гармоничное и бережливое предприятие [2, 3], реализующего концепцию JIT (Just in Time – точно в срок по качеству сырья) и концепцию 6σ, снижающие потери гибкого предприятия от брака продукции (отрицательное качество продукции).

В связи с тем, что S -образная модель формирования качества продукции в пределах качества жизненного цикла продукции принадлежит кластеру логистических моделей, то контроль качества сырья производится в логистическом центре гибкого предприятия на базе интегрированной системы менеджмента качества (СМК), включающей в себя автоматизированную систему управления технологическим процессом гибкого предприятия (АСУ ТПП) и адаптивную (гибкую) систему менеджмента качества со встроенными экстремальными регуляторами, обеспечивающих хаордическое управление качеством продукции, качеством гибкого предприятия и качеством гибкой СМК.

В гибкую интегрированную СМК в качестве подсистемы входит метрологическая СМК индикативного типа на базе микропроцессорных аналитических индикаторов, состояние и функционирование которых обеспечивают модели проведения измерений качества сырья. Качество такой модели находится в области (сегменте) качества, образованной пересечением полей качества метрологии, стандартизации и сертификации (рис. 1).

Структурная схема процессного формирования модели идентификации качества сырья по признаку методики проведения измерений представлена на рис. 2.

Процесс, приведённый на рис. 2, реализуется интегрированной гибкой СМК.

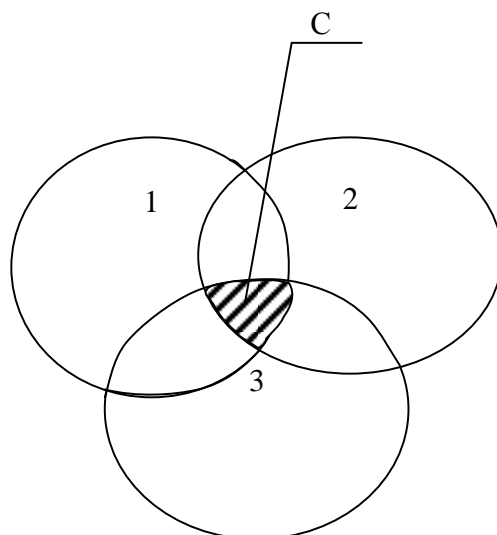


Рис. 1. Геометрический образ комплементарного взаимодействия полей качества метрологии, стандартизации и сертификации:
 1 – поле качества метрологии; 2 – поле качества стандартизации;
 3 – поле качества сертификации; С – сегмент качества модели проведения измерений качества сырья

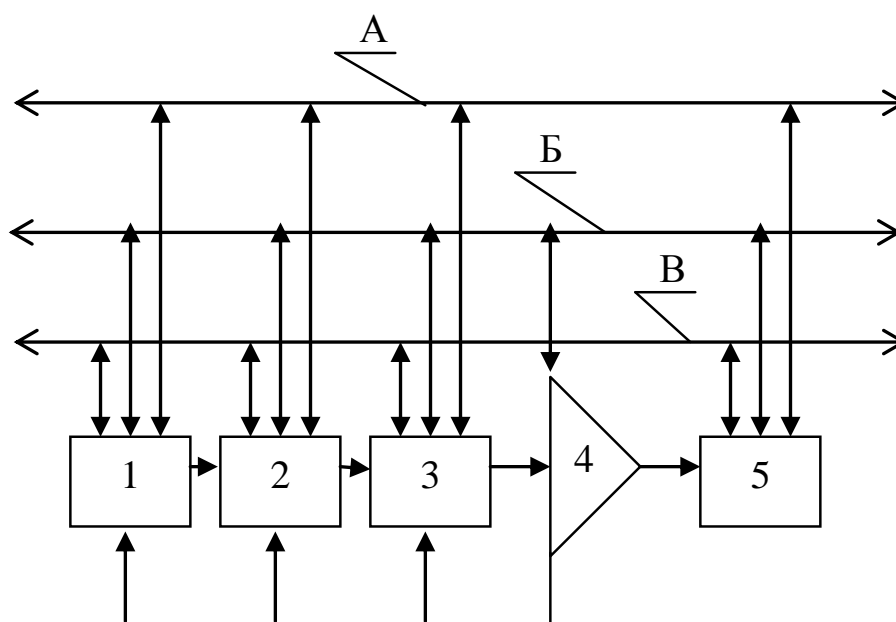


Рис. 2. Структурная схема процессного формирования модели качества сырья:
 1 – построение шкалы косвенного информативного параметра качества сырья; 2

- измерения, стандартизация и оценка соответствия параметров качества сырья;
- 3 – измерения, стандартизация и оценка соответствия влияющих параметров качества сырья; 4 – проверка робастности шкалы индикатора качества сырья; 5 – построение модели качества сырья; А, Б, В – платформы метрологии, стандартизации и сертификации

В этом случае модель качества сырья принимает вид:

$$K_c = f(P_i, P_n, P_v), \quad (9)$$

$$K_c \in [K_{c_{\min}}, K_{c_{\max}}];$$

$$P_i \in [P_{i_{\min}}, P_{i_{\max}}];$$

$$P_n \in [P_{n_{\min}}, P_{n_{\max}}];$$

$$P_v \in [P_{v_{\min}}, P_{v_{\max}}],$$

где K_c – качество сырья; P_i – информативный параметр; P_n – неинформативный параметр; P_v – влияющий параметр.

Общие процессы и процедуры создания таких моделей качества сырья достаточно полно описаны в монографии аналитика Герасимова Б.И. (Проектирование аналитических приборов для контроля состава и свойств веществ. – М.: Машиностроение, 1984. – 104 с.) без их «привязки» к интегрированным гибким СМК.

Самооценка пригодности модели (9) в качестве методического инструментария интегрированной гибкой СМК производится на соблюдение институциональных требований документа МИ 2267-2005 «Рекомендация ГСИ. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации» [5]. Институциональные требования включают:

- выбор информативных, неинформативных и влияющих измеряемых параметров;
- точность, надёжность и быстродействие измерений;
- пределы соответствия точности, надёжности и быстродействия измерений запланированной точности, надёжности и быстродействия; состояние и функционирование индикаторов контроля качества;
- процессы и процедуры метрологического обеспечения измерений;

- информативность, точность, надёжность и быстродействие модели качества;

- терминосистему процессов и процедур формирования модели качества.

Процессы и процедуры количественного измерения информативных и неинформативных параметров, влияющих величин должны соответствовать институциональным требованиям Р 50.2.008 – 2005 «ГСИ. Методика количественного химического анализа. Содержание и порядок проведения метрологической экспертизы». Данные требования включают:

- терминосистему формирования модели качества сырья;

- выбор индикаторов для измерения информативных и неинформативных параметров влияющих величин;

- соответствие метрологических характеристик индикаторов для измерения информативных и неинформативных параметров, влияющих величин критериям качества по точности, надёжности и быстродействию процессов и процедур измерения качества сырья;

- модель погрешностей индикативного измерения информативных и неинформативных параметров, влияющих величин контроля качества сырья;

- процессы и процедуры менеджмента качества сырья.

Данные институциональные требования также включаются в качестве методического обеспечения интегрированной гибкой СМК гибкого предприятия.

Ценность выше рассмотренных моделей качества продукции и модели качества сырья (реализация компоненты M_1 концепции «6М» состояния и функционирования гибкого предприятия) состоит в том, что они выступают комплексом методического обоснования и обеспечения хаордического управления качеством продукции гибкого промышленного предприятия, которое управляется с помощью циклов PDCA и SDCA Э. Деминга [P – plan (планирование); S – standard (стандартизация); D – do (выполнение); C – control (контроль); A – action (действие)]. Данные модели информативны, робастны и адекватно описывают реальные процессы качества продукции и качества сырья.

Их точность, надёжность и быстродействие находятся в комплементарной связи с институциональными требованиями международных стандартов качества (ИСО 9000) и международных стандартов качества метрологии, стандартизации, сертификации и оценке соответствия.

Гибкое предприятие устойчиво одерживает «победу» в конкурентной борьбе благодаря выпуску инновационной продукции, поэтому гибкое предприятие целесообразно представить в виде модели «чёрного ящика» (рис. 3) [6, 7].

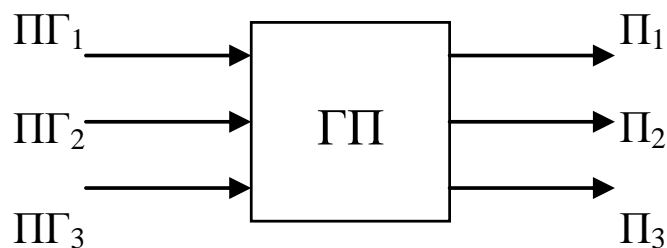


Рис. 3. Модель «чёрного ящика» состояния функционирования гибкого предприятия: ГП – гибкое предприятие; ПГ₁ – процессы состояния и функционирования ГП как института качества инновационной продукции (информационный поток стандартов, регламентов, требований, законов компоненты М₄ концепции «6М»); ПГ₂ – поток компонентов М₂, М₄ концепции «6М» развития гибкого предприятия; ПГ₃ – поток интеллектуального капитала гибкого предприятия; П₁ – технологические параметры; П₂ – технико-экономические параметры; П₃ = К – качество продукции

Состояние функционирования гибкого предприятия (см. рис. 3) определяем следующим образом:

$$C\phi = \langle П_1, П_2, К \rangle, \quad (10)$$

$$C\phi \in Mс\phi;$$

$$П_1 \in [П_1^*, П_1^*];$$

$$П_2 \in [П_2^*, П_2^*];$$

$$К \in [К^*, К^*],$$

где $C\phi$ – состояние функционирования гибкого предприятия; $Mс\phi$ – множество состояний функционирования гибкого предприятия; $П_1^*, П_1^*$ – минимальное и максимальное значения параметра $П_1$; $П_2^*, П_2^*$ – минимальное и максимальное

значения параметра Π_2 ; K_* , K^* – минимальное и максимальное значения качества продукции.

В границах действия модели (10) целесообразно находить оптимальное решение по управлению качеством инновационной продукции на всех этапах качества жизненного цикла продукции:

$$\Phi (S_{BHC}, S_{BBC}, K^*) = \max \mathcal{E}; K \in \Pi_K;$$

$$S_{BHC} \in M_{SBHC}; S_{BBC} \in M_{SBBC};$$

$$K = f(Y, C\phi); C\phi \in M_{c\phi};$$

$$y \in M_y; c\phi \in f(Y),$$

где S_{BHC} – состояние функционирования внешней турбо-институциональной среды; S_{BBC} – состояние функционирования внутренней турбо-институциональной среды; M_{SBHC} , M_{SBBC} – множества состояний функционирования внутренней и внешней турбо-институциональной среды; Y – управленческие воздействия; M_y – множество управленческих воздействий; Π_K – поле качества продукции.

Эффективность состояния и функционирования гибкого предприятия \mathcal{E} как системы аддитивно зависит от эффективности состояния функционирования соответствующих подсистем:

$$\mathcal{E} = \sum_{i=1}^n Ki\mathcal{E}_i, i = \overline{1, n},$$

где \mathcal{E}_i – эффективность состояния функционирования i -той подсистемы гибкого предприятия как системы; Ki – i -тый весовой коэффициент; $i = \overline{1, n}$; n – количество подсистем гибкого предприятия как системы.

Оптимальное управление качеством инновационной продукции гибкого предприятия заключается в нахождении кортежа управленческих воздействий $\langle y \rangle \in M_y$, максимизирующих функцию $\Phi (S_{BHC}, S_{BBC}, K^*)$ при гарантированной вероятности выполнения всех институциональных требований внешней и внутренней турбо-институциональной среды. На декартовом произведении множеств $M_{SBHC} \times M_{SBBC} \times \Pi_K$ выделим функционал $\Phi: \Phi (S_{BHC}, S_{BBC}, K^*): \Phi: M_{SBHC} \times M_{SBBC} \times \Pi_K \rightarrow K_H(Y)$, который определяет условия формирования

управленческих воздействий $U \in Mu$. При этом оптимальное качество инновационной продукции будет соответствовать нормальному запланированному значению на длительном временном экономическом горизонте устойчивого состояния функционирования гибкого предприятия в условиях турбо-институциональной внешней и внутренней экономической среды.

При этом в подсистеме моделей интегрированной гибкой СМК формируется:

- 1) математическое ожидание функционала Φ :

$$Mo(M_{SBHC}) = \int_{M_{SBBB}} \Phi(M_{SBHC}, M_{SBBC}) \cdot \Phi(\partial M_{SBHC} \setminus M_{SBBC}).$$

2) институциональные требования Ti , $i = \overline{1, n}$ по робастности модели качества инновационной продукции $Ti(M_{SBHC}, M_{SBBC}) \geq T_{const}$, $i = \overline{1, n}$, где T_{const} – постоянные нормативные требования робастности модели качества инновационной продукции; Ti – функционалы, ограниченные на декартовом произведении $M_{SBHC} \times M_{SBBC} \times Pk$ и отображающие $Kn : M_{SBHC} \times M_{SBBC} \times Pk \rightarrow Kn$. При этом вероятность $Veri(M_{SBHC})$, $i = \overline{1, n}$ равна $Veri(M_{SBHC}) = \int_{A_i(M_{SBBH})} \Phi(\partial M_{SBHC} \setminus M_{SBBC})$, где $A_i(M_{SBHC}) = \{M_{SBHC} \setminus Ti(M_{SBHC}, M_{SBBC}) \geq T_{const}\}$;

3) последовательность $\{My_{SBBC}^*\} \subset M_{SBBC}$, на которой математическое ожидание $Mo(My_{SBBC}^*) \rightarrow a$, где $a = \sup_{M_{SBBB}} Mo(M_{SBBC})$;

4) кортеж управленческих воздействий для обеспечения оптимального качества инновационной продукции по модели $Y: Mo(M_{SBBC}^*) \rightarrow a_Y$; $a_Y = \sup_{Pm} Mo(M_{SBBC})$, где Pm – пересечение множеств M_{SBHC} и M_{SBBC} .

При реализации вышеперечисленных моделей состояние функционирования интегрированной гибкой СМК идентифицируется комплементарным взаимодействием внешней и внутренней турбо-институциональной средой, которое в свою очередь, формирует расслоенное экономическое пространство [8], содержащего «лабораторное» (объективное) подпространство и «скрытое» (мнимое) подпространство. Применяя теорию

расслоенного экономического пространства к процессам качества гибкого предприятия выявляем модель качества продукции следующего типа:

$$K(w) = Re(w) + iJm(w), \quad (11)$$

где $K(w)$ – интегральное качество продукции; $Re(w)$ – объективное (реальное) качество продукции; $Jm(w)$ – субъективное (мнимое), имиджмейкерское качество продукции; $i = \sqrt{-1}$; w – частота пульсаций поля качества продукции, которая обеспечивает робастность процессов качества с учётом комплементарного взаимодействия внешней и внутренней турбо-институциональной экономической среды.

С позиций феноменологического подхода $w = 0$ и модель качества продукции имеет вид комплексного числа:

$$K = a + ib, \quad (12)$$

$$\mathbf{K} \in [K^*, K^*]; a \in [a^*, a^*]; b \in [b^*, b^*],$$

где K – качество продукции; a и b – действительная и мнимая часть качества продукции как комплексного числа; K^* , K^* – минимально и максимальное значение качества.

На рис. 4 представлен геометрический образ модели качества продукции.

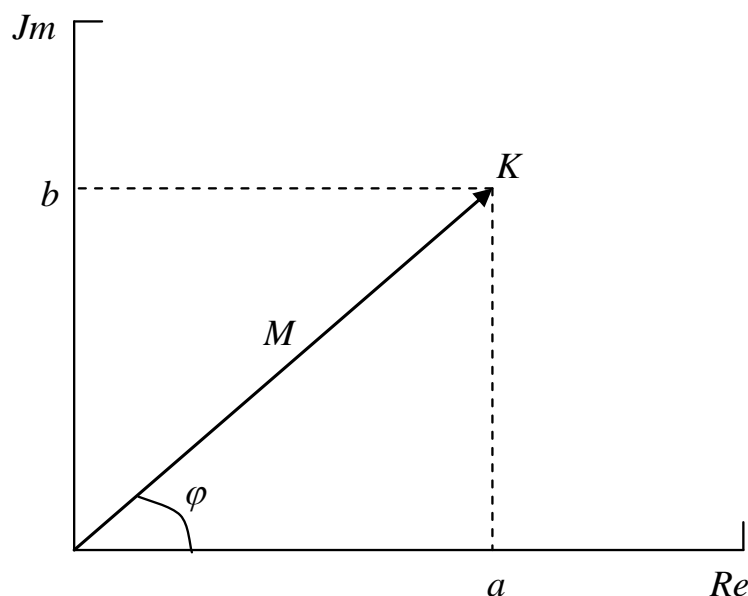


Рис. 4. Геометрический образ модели качества продукции: Re и Jm – действительная и мнимая оси координат; M – длина вектора (модуль); φ – угол; $M = \sqrt{a^2 + b^2}$; $\varphi = \arctg \frac{b}{a}$; $a = M \cos \varphi$; $b = M \sin \varphi$

Частота живучести поля качества продукции гармонизирует качество инновационной продукции и через амплитудно-фазовую характеристику модели качества (12) (рис. 5) идентифицирует восходящую ветвь качества жизненного цикла качества продукции (рис. 6).

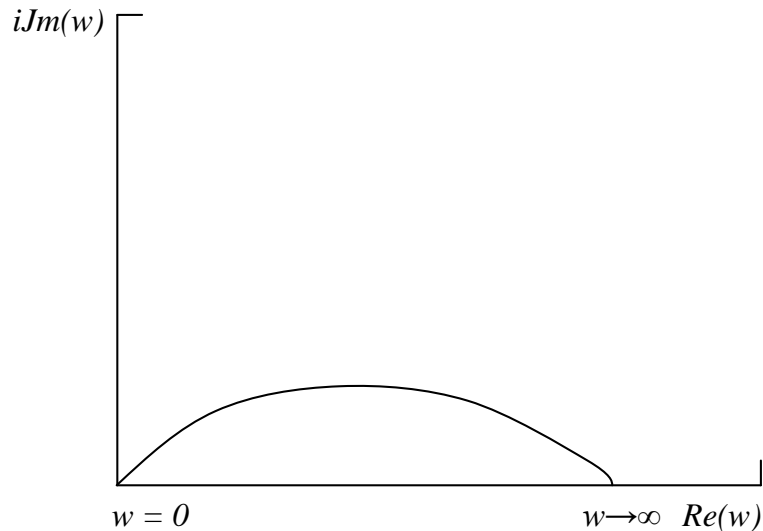


Рис. 5. Амплитудно-фазовая характеристика модели качества продукции:

$$M(w) = \sqrt{\text{Re}^2(w) + J^2 m(w)}; \quad \varphi(w) = \arctg \frac{Jm(w)}{\text{Re}(w)}; \quad \text{Re}(w) = M(w) \cos \varphi(w);$$

$$Jm = M(w) \sin \varphi(w)$$

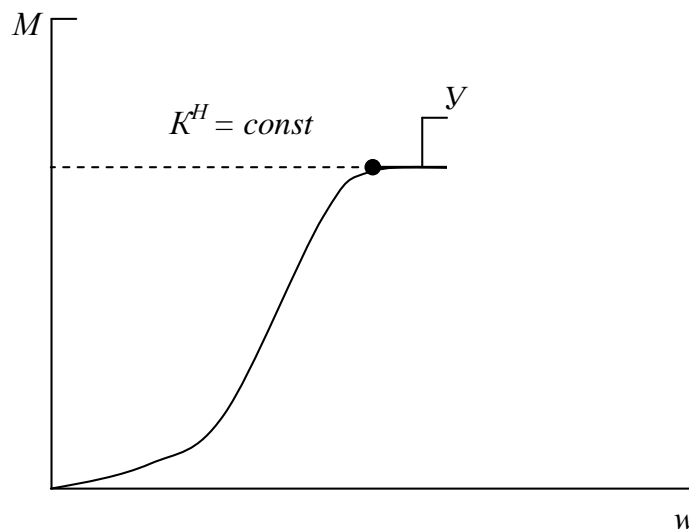


Рис. 6. Восходящая ветвь качества жизненного цикла качества продукции: K^H – нормативное (планируемое) качество продукции; Y – устойчивое состояние функционирования гибкого предприятия

Феноменологическую комплексную модель качества продукции целесообразно признать базовой моделью качества инновационной продукции, а все остальные модели, рассмотренные выше – адаптированными моделями качества продукции. Такая трансформация моделей осуществляется в ситуационной подсистеме интегрированной гибкой СМК (рис. 7) [9].

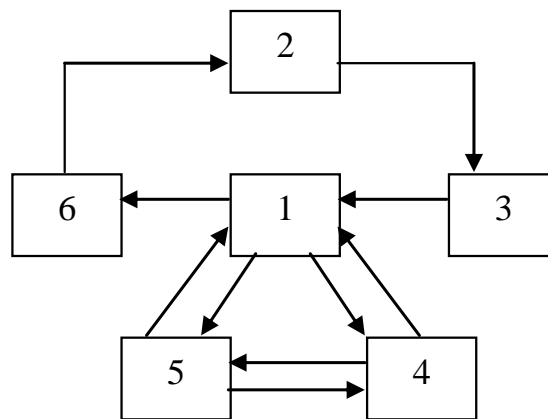


Рис. 7. Структура ситуационной подсистемы интегрированной гибкой СМК: 1 – ситуационная подсистема СМК; 2 – исполнительные механизмы управления; 3 – качество инновационной продукции; 4 – базовая модель качества продукции; 5 – адаптационные модели качества продукции; 6 – лапласовый наблюдатель – TQM навигатор (лицо, принимающее решение)

Список использованных источников и литературы

1. Управление качеством / Е.Б. Герасимова, Б.И. Герасимов, А.Ю. Сизикин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2014. – 216 с.
2. Клевлин, А.М., Моисеева, Н.К. Организация гармоничного производства / А.М. Клевлин, Н.К. Моисеева. – М.: Омега – Л, 2003. – 360 с.
3. Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.
4. Управление качеством на предприятиях пищевой и перерабатывающей промышленности / А.Н. Австриевский, В.М. Кантере, И.В. Сурков и др. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007.
5. Процессный подход в стандартах ИСО серии 9000 и на практике / Колл. авт., под общ. ред. Г.Е. Герасимовой. – М.: ООО «НПК «Трек», 2006. – 168 с.
6. Матвейкин В.Г., Дмитриевский Б.С., Панченко И.С. Построение графа состояний функционирования инновационно-производственной системы // Системы управления и информационные технологии, 2011. – № 1(43). – С. 37-40.

7. Матвейкин В.Г., Дмитриевский Б.С., Панченко И.С. Задача управления инновационно-производственной системой // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-24: Сб. тр. XXIV Междунар. научн. конф. В 10 т. / под общей реакцией В.С. Балакирева. – Пенза: Пенз. гос. технол. академия, 2011. – Т. 8. – Секция 12. – С. 83-84.

8. Сухарев О.С. и др. Синергетика инвестиций. – М.: Финансы и статистика. ИНФРА-М, 2008.

9. Сизикин, А.Ю., Герасимов, Б.И. Информационная система менеджмента качества предприятия (организации) / А.Ю. Сизикин, Б.И. Герасимов // Глобальный научный потенциал, 2013. – № 8(29). – С. 97-99.

© Ю.Ю. Лукашина, 2014