

## Системная логистическая модель управления качеством

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»*

Управление качеством является одной из актуальных задач при организации производства в приборостроении. Учитывая современное представление производства в форме логистической цепи «снабжение – производство – сбыт» управление качеством требует новых форм организации, в том числе встроенных в производство логистических звеньев качества.

Для формирования архитектуры автоматизированной системы качества (АСК) необходимо создать системную логистическую модель контроля качества (СМКК), которая должна учитывать иерархичность контроля качества, последовательность звеньев логистической производственной цепи (ЛПЦ), стратифицированный характер действий по обеспечению качества. Для иерархии управления качеством можно выделить следующие уровни: верхний корпоративный уровень управления качеством (ВКУ); управление качеством на уровне звена ЛПЦ (ЗУК); управление качеством на уровне элементов отдельного звена ЛПЦ (технологических операций) (ЭУК).

Предлагается выделить следующие страты для управления качеством с учетом производственной логистики: целевая логистическая страта (ЦЛС), Функциональная логистическая страта (ФЛС), организационная логистическая страта (ОЛС), информационная логистическая страта (ИЛС), алгоритмическая логистическая страта (АЛС), программная логистическая страта (ПЛС), логистическая страта комплекса технических средств контроля качества (ЛСКТС). Системная логистическая модель качества должна строиться как многоуровневая, иерархическая, стратифицированная модель.

Выполнение действий по управлению качеством логистической производственной цепи, связано с последовательностью действий контроля на каждом звене цепи: снабжение (СН) – производство (П) – сбыт (СБ).

Многоуровневую стратифицированную структуру мероприятий по управлению качеством представим в виде логистического системного куба контроля качества производства (рис. 1). Для формирования мероприятий по контролю качества с учетом их иерархичности, введем декомпозицию управляющих действий ( $YD$ ), основанную на подчиненности уровней:

$$YD': \{\bigcup_i YH_i\} \Rightarrow \{\bigcup_{j_i} YS_{j_i}\} \Rightarrow \{\bigcup_{k_{j_i}} YE_{k_{j_i}}\},$$

где  $YH_i$  - отдельное  $i$ -е управляющее действие по контролю качества верхнего уровня ЛПЦ;

$YS_{j_i}$  - управляющее действие по контролю качества для  $j$ -го логистического звена, которое включено в  $i$ -е управляющее действие верхнего уровня;

$YE_{k_{j_i}}$  -  $k$ -е элементарное управляющее действие нижнего уровня, которое входит в состав управляющего действия для  $j$ -го звена и  $i$ -го управляющего действия верхнего уровня.

С учетом множества управляющих действий по контролю качества (КК) на каждой страте управления, получим:

$$YD'' : \{ (\bigcup_z Y_{ЦЛС_z}), (\bigcup_f Y_{ФЛС_f}), (\bigcup_o Y_{ОЛС_o}), \\ (\bigcup_u Y_{ИЛС_u}), (\bigcup_a Y_{АЛС_a}), (\bigcup_p Y_{РЛС_p}), (\bigcup_l Y_{ЛСКТС_l}) \}.$$

где  $Y_{ЦЛС_z}$  - отдельное  $z$ -е управляющее действие для целевой страты логистического управления качеством;

$Y_{ФЛС_f}$  - отдельное  $f$ -е управляющее действие для функциональной страты логистического управления качеством;

$Y_{ОЛС_o}$  - отдельное  $o$ -е управляющее действие для организационной страты логистического управления качеством;

$Y_{ИЛС_u}$  - отдельное  $u$ -е управляющее действие для информационной страты логистического управления качеством;

$Y_{АЛС_a}$  - отдельное  $a$ -е управляющее действие для алгоритмической страты логистического управления качеством;

$Y_{РЛС_p}$  - отдельное  $p$ -е управляющее действие для программной страты логистического управления качеством;

$Y_{ЛСКТС_l}$  - отдельное  $l$ -е управляющее действие на страте комплекса технических средств по управлению качеством.

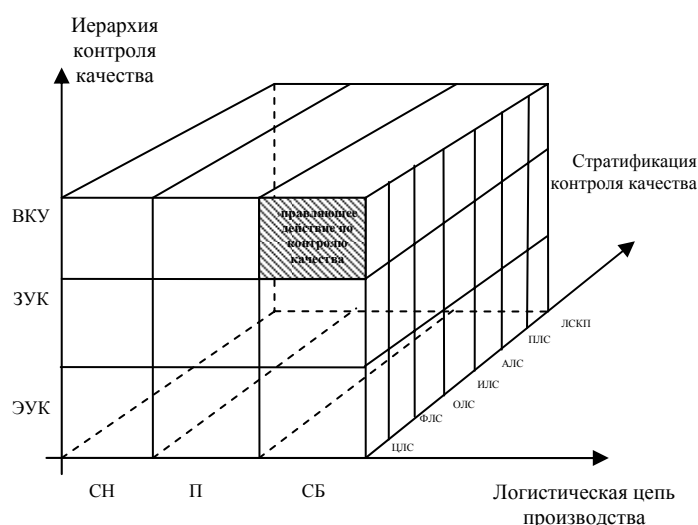


Рис. 1. Логистический системный куб управления качеством

Анализируя уровни иерархии и используя стратификацию логистического управления качеством сформируем множество управляющих действий в следующем виде:

$$\begin{aligned}
YD_i^m : & \{ (\bigcup_{z_i} Y_{ЦЛС_{z_i}}), (\bigcup_{f_i} Y_{ФЛС_{f_i}}), (\bigcup_{o_i} Y_{ОЛС_{o_i}}), \\
& (\bigcup_{u_i} Y_{ИЛС_{u_i}}), (\bigcup_{a_i} Y_{АЛС_{a_i}}), (\bigcup_{p_i} Y_{РЛС_{p_i}}), (\bigcup_{l_i} Y_{ЛСКТС_{l_i}}) \}; \\
YD_{j_i}^m : & \{ (\bigcup_{z_{j_i}} Y_{ЦЛС_{z_{j_i}}}), (\bigcup_{f_{j_i}} Y_{ФЛС_{f_{j_i}}}), (\bigcup_{o_{j_i}} Y_{ОЛС_{o_{j_i}}}), \\
& (\bigcup_{u_{j_i}} Y_{ИЛС_{u_{j_i}}}), (\bigcup_{a_{j_i}} Y_{АЛС_{a_{j_i}}}), (\bigcup_{p_{j_i}} Y_{РЛС_{p_{j_i}}}), (\bigcup_{l_{j_i}} Y_{ЛСКТС_{l_{j_i}}}) \}; \\
YD_{k_{j_i}}^m : & \{ (\bigcup_{z_{k_{j_i}}} Y_{ЦЛС_{z_{k_{j_i}}}}), (\bigcup_{f_{k_{j_i}}} Y_{ФЛС_{f_{k_{j_i}}}}), (\bigcup_{o_{k_{j_i}}} Y_{ОЛС_{o_{k_{j_i}}}}), \\
& (\bigcup_{u_{k_{j_i}}} Y_{ИЛС_{u_{k_{j_i}}}}), (\bigcup_{a_{k_{j_i}}} Y_{АЛС_{a_{k_{j_i}}}}), (\bigcup_{p_{k_{j_i}}} Y_{РЛС_{p_{k_{j_i}}}}), (\bigcup_{l_{k_{j_i}}} Y_{ЛСКТС_{l_{k_{j_i}}}}) \}.
\end{aligned}$$

Дадим теоретико-множественное описание процессов контроля качества в виде объединения следующих подмножеств:

- элементы производственного процесса;
- элементы встроенной системы качества.

Такое представление соответствует технологической зрелости предприятия, для которого система контроля является неотъемлемой компонентой производства:

$$QP = \{ (\bigcup_i QPP_i), (\bigcup_j QSK_j) \},$$

где  $QPP_i$  -  $i$ -й элемент производственной системы (оборудование, технология и т.д.);

$QSK_j$  -  $j$ -й элемент системы контроля качества (испытательная лаборатория, входной контроль, метрологические службы и т.д.).

В свою очередь, каждый элемент производства  $QPP_i$  имеет свои составляющие, связанные с принятой технологией и специализацией оборудования:

$$\mu_{QPP_i} = \begin{bmatrix} QPP_{1_i}, \{He_{1_i}\}_{1_i} \\ \dots, \dots \\ QPP_{N_i}, \{He_{N_i}\}_{N_i} \end{bmatrix},$$

где  $\mu_{QPP_i}$  - бинарное отношение между элементом производства  $QPP_{k_i}$  и подмножеством технологий  $\{He_{k_i}\}_{k_i}$ .

Каждый элемент контроля качества производства обладает набором технологий контроля испытаний на качество:

$$\beta_{QSK_j} = \begin{bmatrix} QSK_{1_j}, \{B_{1_j}\}_{1_j} \\ \dots, \dots \\ QSK_{M_j}, \{B_{M_j}\}_{M_j} \end{bmatrix},$$

где  $\beta_{QSK_j}$  - бинарное отношение между элементами системы контроля качества и подмножеством способов (технологий) контроля  $\{BQ_{P_j}\}$ .

На рис. 2 представлена структура производственной системы, состоящей из множества производственных элементов и элементов контроля качества.

Для формирования логистической модели управления качеством воспользуемся логико-алгебраическим представлением управляющих действий.

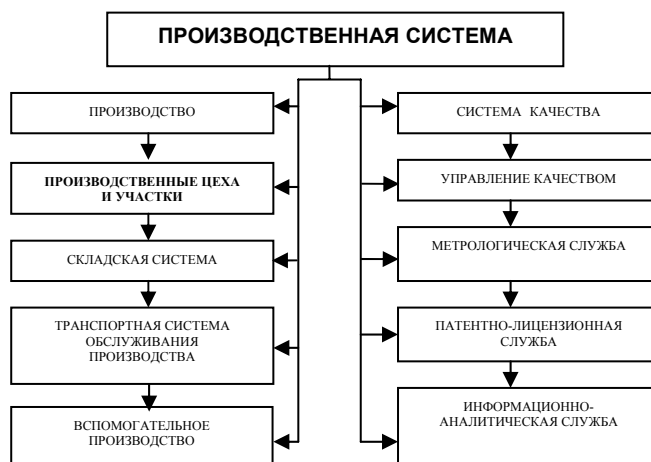


Рис. 2. Структура производственной системы со встроенной системой качества

Для отдельного звена логистической цепи «снабжение – производство – сбыт» сформируем следующий контур управления качеством (рис. 3):

$$YQ_j = {}^{\alpha_j} \{Y_{q_{j1}} \cdot Y_{q_{j2}} \cdot \dots \cdot Y_{q_{jm}}\} {}^{\alpha_j},$$

где  $Y_{q_{je}}$  - контроль качества для  $e$ -го элемента  $j$ -го звена логистической производственной цепи;

$\alpha_j$  - условие удовлетворения требований качества для  $j$ -го звена логистической цепи.

$$\alpha_j = \begin{cases} 1, & \text{повторение производственных операций} \\ & \text{для } j\text{-го звена цепи, в случае} \\ & \text{не удовлетворения требований качества;} \\ 0, & \text{удовлетворение требований качества.} \end{cases}$$

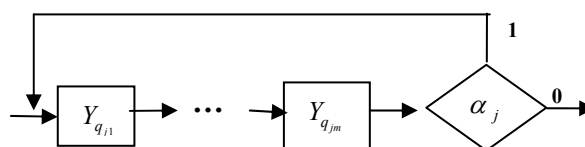


Рис. 3. Контроль качества для  $j$ -го звена логистической производственной цепи

Для логистической производственной цепи типа: снабжение – производство – сбыт получим (рис. 4):

$$YQ_{ЛЦ} = \alpha_{CH} \{Y_{q_{CH1}} \cdot Y_{q_{CH2}} \cdot \dots \cdot Y_{q_{CHN}}\} \alpha_{CH} \wedge \\ \wedge^{\alpha_{П}} \{Y_{q_{П1}} \cdot Y_{q_{П2}} \cdot \dots \cdot Y_{q_{ПM}}\} \alpha_{П} \wedge^{\alpha_{СБ}} \{Y_{q_{СБ1}} \cdot Y_{q_{СБ2}} \cdot \dots \cdot Y_{q_{СБF}}\} \alpha_{СБ},$$

где  $Y_{q_{CHe}}$  - отдельное *e*-е контрольное действие по качеству на стадии снабжения;

$Y_{q_{Пl}}$  - отдельное *l*-е контрольное действие на стадии производства;

$Y_{q_{СБf}}$  - отдельное *f*-е контрольное действие на стадии сбыта продукции.

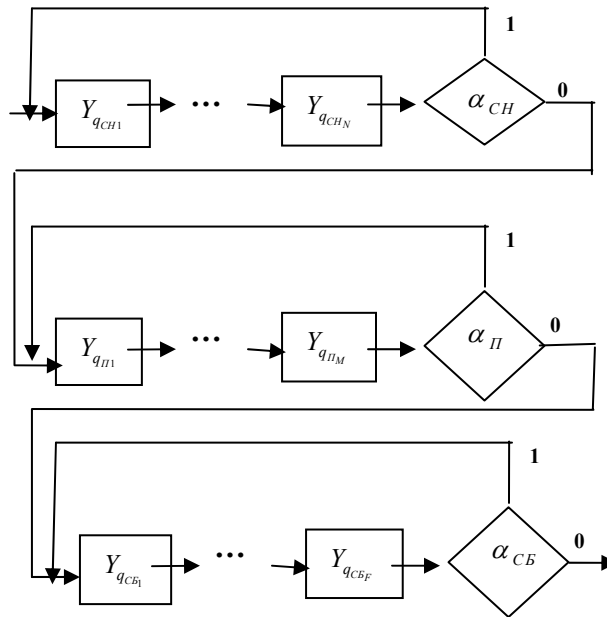


Рис. 4. Контроль качества логистической цепи «снабжение – производство – сбыт»

В работе проведено исследование современных требований по управлению качеством. Выделены основные направления совершенствования управления качеством: многоуровневое управление, стратификация по отдельным составляющим и логистический характер контроля.

Построена системная модель качества с использованием логико-алгебраического подхода.

Результаты исследования целесообразно использовать для построения архитектуры современной автоматизированной системы качества в приборостроении.

### Список литературы

1. Гора Н.Н. Алгоритмический метод проектирования автоматизированных систем контроля для критических приложений // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 3(15). – С. 45 – 49.
2. Гора Н.Н. Алгебраические модели автоматизированного контроля в приборостроении // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 2(14). – С. 92 – 94.