

Часть 2. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМАХ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

П.С.Серенков, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой СМИС;

В.В.Краснопрошин, кандидат физико-математических наук,

Белорусский государственный университет;

Е.П.Максимович, кандидат физико-математических наук,

Институт проблем информатики НАН Беларуси

В последнее время наблюдается повышенный интерес к новым информационным технологиям менеджмента качества (МК). Это обусловлено по крайней мере двумя факторами: с одной стороны, все возрастающей конкуренцией и соответствующими претензиями рынка к производителю, а с другой стороны, – экспансией стандартов ИСО серии 9000, потребовавшей новых форм и методов мобилизации ресурсов, перестройки механизмов управления, структуры бизнеса и т.п.

Базовые методы менеджмента, сложившиеся еще в 60-х – 70-х годах прошлого столетия, сами по себе уже не могут обеспечить эффективного управления современными организациями. Это обусловлено тем, что большинство организаций представляют собой сложные человеко-машинные системы, функционирование которых зависит от большого количества слабо формализуемых динамичных факторов. Выявить все эти факторы и априори охарактеризовать их во времени, как правило, не представляется возможным. В результате

МК приходится осуществлять в условиях неопределенности. В этом случае МК реализуется на основе текущих наблюдений и сводится к оперативной корректировке управления в ответ на нарушение требуемого качества функционирования. Потребность в автоматизации данного процесса обуславливает необходимость использования соответствующих формальных методов. В условиях неизвестной связи между наблюдаемыми параметрами процесса и выбором корректирующих управляющих воздействий существующие средства не дают удовлетворительного решения. Вследствие этого возникает потребность в развитии уже известных и разработке новых моделей и методов. Это требует использования современных математических теорий, в том числе и теории искусственного интеллекта.

Менеджмент качества в соответствии с требованиями ИСО серии 9000.

В соответствии со стандартом ИСО семейства 9000 версии 2000 года МК представляет собой систему взаимосвязанных процедур, которая «обслужива-

ет» сеть процессов, определяющих качество конечной продукции. МК предполагает комплексное решение задач планирования, обеспечения, управления и улучшения качества сети процессов, образующих так называемый цикл

управления Э. Деминга или «*p-d-c-a*» (рис. 1). Каждый этап цикла «*p-d-c-a*», базируется на развертывании подсистемы сбора, регистрации, анализа и обобщения соответствующих данных [1-3].



Рис. 1. Концепция методологии менеджмента качества как управленческого цикла с точки зрения организации-поставщика

Первый этап состоит в построении функциональной модели бизнес-процесса организации. Модель предназначена для формализованного описания структуры бизнес-процесса (составляющих его подпроцессов и взаимосвязей между ними), а также всех циркулирующих в нем потоков информации и материалов. Этот этап достаточно хорошо проработан. В частности, для построения модели разработана методика описания сети процессов на базе стандарта IDEF0 [2].

Второй и третий этапы методологически на стратегическом уровне достаточно хорошо проработаны в методиче-

ских рекомендациях, базирующихся на практическом опыте организаций Беларуси, России и других стран [4].

Четвертый этап состоит в принятии эффективных управленческих решений (корректирующих и предупреждающих действий) на основе обратной связи. На сегодняшний день этот этап в отличие от остальных трех не имеет существенной научной и методической проработки. Чаще всего процесс принятия управленческих решений не автоматизирован и полностью возлагается на человека. Поэтому управление сегодня – это скорее искусство, нежели формализован-

ный обоснованный процесс. Корректирующие и предупреждающие действия в соответствии с седьмым принципом менеджмента качества должны базироваться на «фактических данных». Поэтому механизм принятия управленче-

Концептуально механизм принятия управленческих решений состоит в следующем. Эффективность используемого управляющего воздействия зависит от состояния процесса. Процесс реализуется во времени в виде траектории перехода из одного состояния в другое. Для изменения состояния процесса требуется принятие новых управленческих решений. Принятие решения осуществляется на основе оценки текущего состояния процесса. Состояние определяется совокупностью внутренних (связанных непосредственно с производственной системой) и внешних (связанных со средой функционирования системы) условий. Совокупность этих условий назовем ситуацией. Ситуация характеризуется множеством измеряемых параметров (описанием ситуации), выступающих как информационный вектор состояния процесса. В условиях непредсказуемого изменения состояния процесса для принятия управленческих решений широко используется ситуационное управление, сводящееся к следующему:

- реализация мониторинга текущего состояния процесса и выявление перехода его в качественно новое состояние;
- принятие новых управленческих решений, адекватных текущей ситуации.

МК имеет по крайней мере два взаимосвязанных и соподчиненных контура управления:

- «общее руководство качеством» – контур первого уровня, прописанный в виде требований к системе МК (СТБ ИСО 9001-2001);

ских решений в области качества может служить объектом научного исследования. Разработка удачной модели этого механизма и ее методическая интерпретация составит недостающее звено в методологии «сквозного» МК.

- «локальное управление качеством» – контур второго уровня, специфичный по методам, подходам, инструментам.

Цель контура «общего руководства качеством» – обеспечение главным образом результативности. Он должен обеспечить комплексный подход к менеджменту качества на уровне, абстрагированном от вида выпускаемой продукции, особенностей жизненного цикла, структуры организации, вида собственности и т.д. Область действия контура – сеть процессов, составляющая бизнес-процесс организации. В соответствии с СТБ ИСО 9001-2001 общее руководство осуществляется на следующих уровнях:

- стратегический менеджмент (реализуемый в виде требований раздела 5 «Ответственность руководства»);
- менеджмент ресурсов (реализуемый в виде требований раздела 6 «Менеджмент ресурсов»);
- оперативный менеджмент или обеспечение управляемых условий (реализуемый в виде требований раздела 7 «Процессы жизненного цикла продукции»);
- измерение, анализ, улучшение (реализуемый в виде требований раздела 8 «Измерение, анализ и улучшение»).

Контур «локального руководства качеством» не регламентирован СТБ ИСО 9001-2001 и поэтому не ограничен в методах, подходах, инструментах.

Цель контура – обеспечение эффективности менеджмента качества как всего бизнес-процесса, так и каждого отдельного процесса. Он ориентирован на повышение конкурентоспособности организации и должен реализовывать комплексный подход к менеджменту качества в конкретных условиях, определяемых как внешними, так и внутренними факторами.

Контур «общего руководства качеством» является более формализованным. Можно ожидать, что он легче поддается автоматизации и поэтому будет рассматриваться в первую очередь как объект исследований.

Модель менеджмента качества по прецедентности.

Обеспечение общего руководства качеством состоит в том, чтобы на протяжении всего бизнес-процесса поддерживать на требуемом (в смысле заданных критериев) уровне выполнение требований разделов 5-8 СТБ ИСО 9001-2001.

Предполагается, что для каждого требования заданы экспертные оценки, характеризующие качество его выполнения. Каждая оценка измеряется по некоторой балльной шкале и может быть определена (например, на основе данных аудита) в любой текущий момент производственного процесса. Для каждого требования задан порог, указывающий допустимое отклонение от максимальной оценки, в пределах которого качество выполнения требования считается приемлемым.

В соответствии с типичной для практики ситуацией будем предполагать, что переход процесса в новое состояние может произойти в любой случайный момент времени и обусловлен множеством неизвестных неуправляемых факторов, вследствие чего иден-

тифицировать его причины не представляется возможным.

Изменение состояния процесса, как правило, нарушает степень выполнения тех или иных требований, вследствие чего в ходе функционирования производственной системы требуется производить соответствующие управляющие действия. Управляющие воздействия определяются наблюдаемой динамикой процесса, могут основываться на прогнозировании и носить определенный характер:

- предупреждающий (предупреждающие действия);
- корректирующий, т.е. выступать как ответ на уже произошедшие изменения (корректирующие действия или коррекции);
- характер запланированного улучшения процесса и (или) продукции (улучшающие действия).

В результате задача управления на уровне общего руководства качеством может быть сведена к задаче слежения, которая состоит в организации оперативного изменения используемых управляющих воздействий в ответ на изменение состояния процесса, нарушающее выполнение требований СТБ ИСО 9001-2001.

Данная задача может быть сформулирована следующим образом. Пусть P – комплексный процесс общего руководства качеством; X – множество его допустимых состояний; $C(X) = \{c: X \rightarrow X\}$ – множество допустимых управляющих воздействий (коррекций); R – множество требований СТБ ИСО 9001-2001, соответствующих контуру «общего руководства качеством» (рис. 2); $Q: R \times X \rightarrow [0, N]$, $N < +\infty$ – оценка качества выполнения требований r из R в различных состояниях x из X .

Требуется реализовать управление $c^*: X \rightarrow X$, $c^*(x) \in \{x\} \cup \{c(x), c \in C\}$, обеспечивающее для любого x из X выполнение условия

$$Q(r, c^*(x)) \geq a_r, \quad \forall r \in R, \quad (1)$$

где $\{a_r\}_{r \in R}$ – множество заданных параметров.

Решение задачи состоит в построении локально-эффективного комбинированного управления, представляющего собой последовательность коррекций, адекватных динамике производственного процесса. В условиях непредсказуемой динамики для этого естественно использовать идеи ситуационного управления, основанного на наблюдении и анализе текущего состояния процесса.

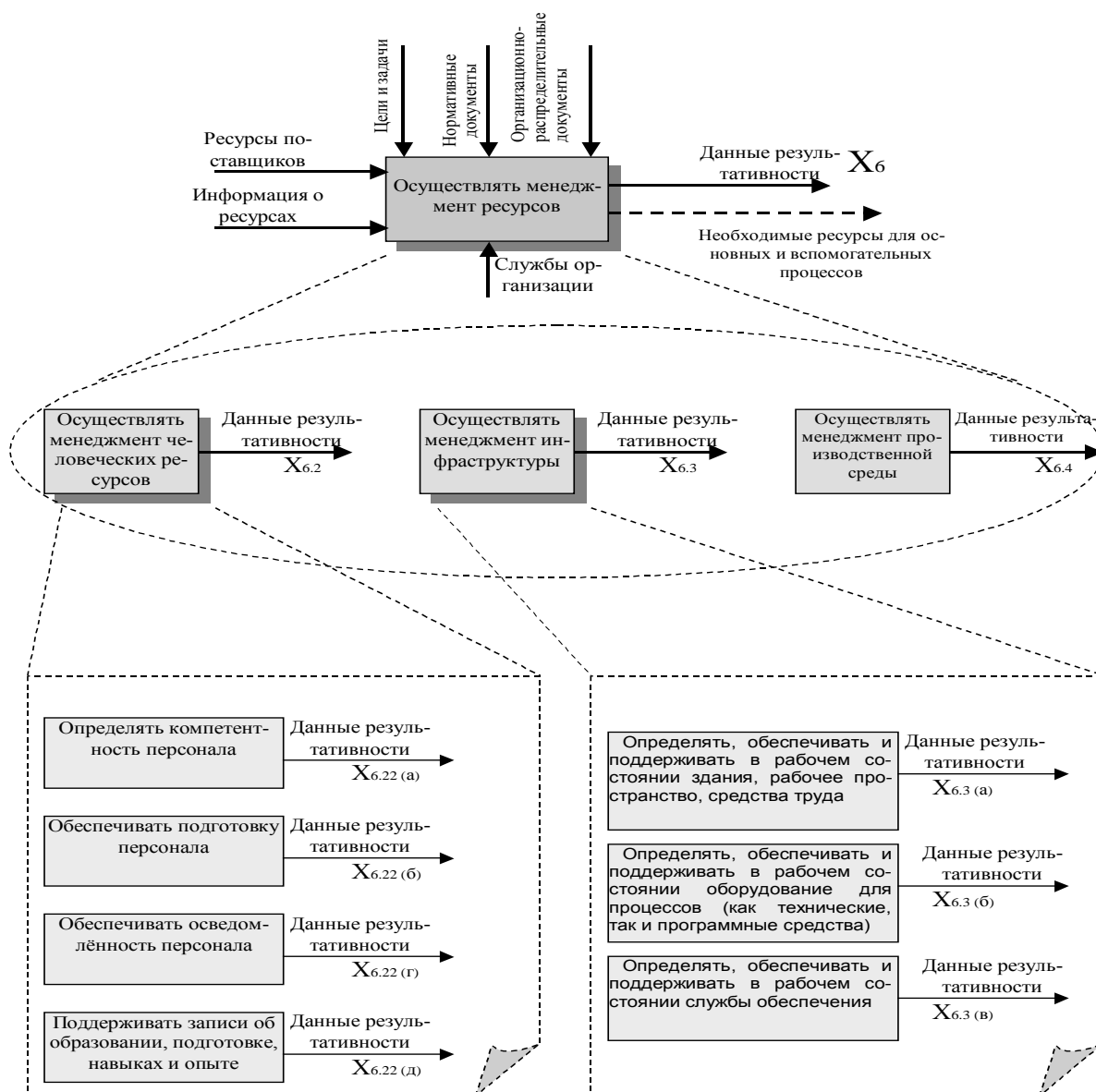


Рис. 2. Фрагмент модели «общего руководства качеством» – декомпозиция одного из четырех управляющих процессов «менеджмент ресурсов» (раздел 6 СТБ ИСО 9001-2001 «Менеджмент ресурсов»; индексы соответствуют номерам пунктов требований)

При этом возникают две основные подзадачи:

- выявление «разладки» функционирования системы менеджмента качества, т.е. нарушения условия (1) («задача о разладке»),
- автоматический выбор локально-эффективной коррекции, восстанавливающей условие (1) (задача выбора).

При разработке подходов к их решению можно исходить из следующих характерных особенностей контура «общего руководства качеством»:

- результативность этого контура управления (как оценка работы системы менеджмента в целом) определяется достаточно большим количеством слабо формализуемых факторов (см. рис. 2);
- сама зависимость результативности от данных факторов слабо формализуема, что в совокупности с предыдущей особенностью делает оценку результативности «бедной», т.е. малоинформативной;
- контур регламентирован требованиями СТБ ИСО 9001-2001 [3], что обуславливает стабильность механизма общего руководства и позволяет использовать накапливаемый опыт.

Указанные особенности обуславливают целесообразность использования для решения указанных выше задач методов нечеткой формализации, основанных на использовании опыта [5].

Чаще всего опыт представлен примерами уже возникавших ранее производственных ситуаций с указанием соответствующих им коррекций, прошедших удачную практическую апробацию. В этом случае идентификация ситуации «разладки» и выбор адекватной коррекции основываются на моделировании по прецедентности, базирующемся на сравнении текущего состо-

яния процесса с известными примерами и принятии решения, соответствующего наиболее похожему примеру.

Моделирование по прецедентности реализуется в рамках математической теории распознавания образов. Первоочередной задачей является при этом построение информативного пространства признаков для описания множества X допустимых состояний процесса.

При этом возникает задача выявления наблюдаемых информативных параметров, отражающих качество общего руководства. Проблема состоит в том, что механизм связи между наблюдаемыми параметрами процесса и видом адекватной коррекции, как правило, неизвестен. Это не позволяет выделить приемлемого подмножества косвенных признаков. Поэтому в качестве признаков, используемых для описания ситуаций, предлагается использовать непосредственно показатели эффективности общего руководства, представленные в виде требований СТБ ИСО 9001-2001 (разделы 5-8).

В результате состояние $x \in X$ описывается вектором вида (x_1, \dots, x_N) , включающим 4 группы признаков:

1. x_1, \dots, x_{N_1} – признаки, соответствующие требованиям раздела «ответственность руководства»;
2. $x_{N_1+1}, \dots, x_{N_2}$ – признаки, соответствующие требованиям раздела «менеджмент ресурсов»;
3. $x_{N_2+1}, \dots, x_{N_3}$ – признаки, соответствующие требованиям раздела «процессы жизненного цикла продукции»;
4. x_{N_3+1}, \dots, x_N – признаки, соответствующие требованиям раздела «измерение, анализ, улучшение».

Область допустимых значений признака x_i , $1 \leq i \leq N$ задается множеством допустимых балльных оценок i -го требования. Оценки характеризуют качество выполнения требования и задаются обычно конечным числом целочисленных значений.

Пусть $X_0 = \{x_i^o\}_{i=1,\dots,K}$ – множество известных состояний, используемых в качестве примеров.

Начальная информация имеет вид $T = \{ \langle (m_{i1}^o, \dots, m_{iN}^o), a_i \rangle \}_{i=1,2,\dots,K}$. Здесь m_{ij}^o , $1 \leq i \leq K$, $1 \leq j \leq 82$ – балльная оценка, характеризующая степень выполнения j -го требования в состоянии x_i^o , а a_i – описание соответствующих x_i^o коррекций. Ввиду того, что каждому разделу требований «общее руководство» соответствует свое управленческое решение, a_i имеет вид $(a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4})$, где $a_{i1}, a_{i2}, a_{i3}, a_{i4}$ – управляющие решения по каждому из четырех разделов. Множества $A_j = \{a_{1j}, \dots, a_{T,j}\}$,

$1 \leq j \leq 4$, допустимых коррекций формируется экспертным методом. Для состояний x_i^o , в которых не требуется никаких коррекций, полагают $a_i = (0,0,0,0)$.

В контексте задачи о «разладке» множество X допустимых состояний допускает разбиение на 2 класса

$$X = X^+ \cup X^- \quad (2)$$

Здесь X^+ – класс нормальных состояний, а X^- – класс состояний «разладки». Первый класс соответствует множеству желаемых состояний процесса, когда не требуется никаких коррекций. А второй – множеству состояний, не удовлетворяющих необходимому каче-

ству и требующих предпринять соответствующие коррекции.

Задача о «разладке» решается на основании постоянного мониторинга производственного процесса, вследствие чего при ее рассмотрении актуальна проблема вычисления сложности. Непосредственная проверка условия (1) для текущего состояния $x \in X$ – весьма трудоемкая задача. Поэтому предлагается решать задачу о «разладке» на двух уровнях:

- текущая оценка производственного процесса на основе достаточно простых эвристических алгоритмов (текущий мониторинг);
- непосредственная проверка условий (1) (полный аудит).

Один из возможных подходов к реализации мониторинга может состоять в классификации текущего состояния относительно разбиения (2). Для этого можно использовать распознавание с обучением. На этапе обучения к классу X^+ относятся $x_i^o \in X_0$, для которых $a_i = (0,0,0,0)$, а к классу X^- – все остальные состояния.

Один из возможных подходов к построению решающего правила состоит в следующем. На основании экспертного анализа каждой группе признаков $\{x_1, \dots, x_{30}\}$, $\{x_{31}, \dots, x_{40}\}$, $\{x_{41}, \dots, x_{62}\}$, $\{x_{63}, \dots, x_{82}\}$ ставится в соответствие один или несколько интегральных признаков, дающих грубую, но легко вычисляемую оценку выполнимости требований соответствующего раздела СТБ ИСО 9001-2001 в целом.

Вследствие того, что в любой текущий момент производственного процесса должны быть удовлетворены все требования контура «общее руководство», X^+ состоит из элементов, у кото-

рых значения всех признаков достаточно близки к максимальному. А у элементов из X^- это условие не выполняется хотя бы для одного признака. В результате для классификации текущего состояния $x \in X$ относительно полученного на этапе обучения разбиения (2) можно использовать, например, схему метода «ближайшего соседа» с функцией близости μ вида

$$\mu((x_1, \dots, x_n), (y_1, \dots, y_n)) = \max_{i=1, \dots, n} (|x_i - y_i|).$$

Точная диагностика ситуации «разладки» (полный аудит) осуществляется через определенные регламентируемые промежутки времени либо в случае каких-то чрезвычайных обстоятельств, свидетельствующих о явных нарушениях в обеспечении общего руководства. Для решения задачи выбора можно использовать распознавание с обучением.

Ввиду того, что контур «общее руководство» разбивается на 4 самостоятельных раздела, реализация каждого из которых требует своих коррекций, по каждому разделу требований предлагается рассматривать свою задачу выбора. Совокупность полученных коррекций составит комплексное управляющее решение по обеспечению «общего руководства».

На этапе обучения строится 4 разбиения множества X^- на кластеры близких ситуаций: относительно групп признаков $\{x_1, \dots, x_{N1}\}$, $\{x_{N1+1}, \dots, x_{N2}\}$, $\{x_{N2+1}, \dots, x_{N3}\}$, и $\{x_{N3+1}, \dots, x_N\}$. $N - 2$ ориентировочно равно 82 [3]. На каждое разбиение налагается требование, чтобы ситуациям из одного и того же кластера соответствовало одинаковое управляющее решение. Возможность построе-

ния подобного разбиения обусловлена следующими факторами.

Эффективность управляющего решения зависит от состояния системы. Проявления различных состояний системы в своем многообразии значительно превышают количество допустимых управляющих решений. При этом управляющие решения обладают определенной устойчивостью, вследствие чего в достаточно близких ситуациях эффективно одно и то же управляющее решение. Построение разбиения сводится к задаче кластеризации с внешней целью и без учителя. Для ее решения можно использовать, например, схему метода «динамических ядер».

Выбор коррекции в текущем состоянии $x \in X^-$ сводится к его последовательной классификации относительно каждого из четырех полученных разбиений множества X^- . По результатам классификации относительно того или иного разбиения выбирается управляющее решение по обеспечению соответствующей группы требований. Совокупность решений, полученных в результате этих классификаций, составляет решение задачи выбора.

Проведенный анализ показал, что два контура управления в системе менеджмента качества обуславливают наличие двух типов задач управления процессом производства: задачи управления на уровне общего руководства и задачи управления на уровне инженерно-технического персонала. Каждая из них может быть сформулирована как задача слежения – на любом текущем этапе процесса производства обеспечить использование оптимального/субоптимального (относительно заданных критериев эффективности и на заданном множестве допустимых альтернатив) управляющего воздействия.

Ввиду того, что каждому контуру управления соответствуют свои «узкие места», критерии эффективности и исходные данные, задачи разных типов требуют различных методов решения. Однако общая схема принятия решения по прецедентности применима в обоих случаях. На уровне инженерно-технического управления она может быть использована в условиях, когда причи-

на отклонения от задания не может быть идентифицирована и выбор управляющего воздействия осуществляется в диалоговом режиме на основе специального анализа текущей ситуации. Для описания текущего состояния производства в этом случае могут использоваться наблюдаемые значения показателей качества продукции.

Литература

1. ISO 9000 Introduction and Support Package: Guidelines on the Process Approach to quality management systems / ISO/TC 176/SC 2/N 544R. – 17 May, 2001.
2. ТК РБ 4.2-Р-05-2002. Методика и порядок работ по определению, классификации и идентификации процессов. Описание процессов на базе методологии IDEF0.- Методические рекомендации // Управление качеством. НТК по стандартизации. Госстандарта Республики Беларусь. – 2001. – 45 с.
3. СТБ ИСО 9001-2001. Системы менеджмента качества. Требования // БелГИСС. – 2001.
4. Соломахо В.Л., Серенков П.С., Краснопрошин В.В. Модель «сквозного» менеджмента качества // Новости. Стандартизация и сертификация. – 2003. – № 5. – С. 65 – 69.
5. Краснопрошин В.В., Максимович Е.П. Принятие решений на основе прецедентности в задачах управления дискретно-событийными системами. – Мн., 2000. – 41 с. – (Препринт / Нац. акад. наук Беларуси. ИТК; № 7).