

Гришина Т. Г., д-р техн. наук,
Митрофанов В. Г., д-р техн. наук, проф.,
Феофанов А. Н., д-р техн. наук, проф.

Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»

ВОПРОСЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ

grishena@mail.ru

Рассматривается цикл выработки решения в процессе управления технологическими системами. Предложена формализованная модель цикла выработки решения. Приводятся зависимости для оценки продолжительности цикла выработки решения

Ключевые слова: принятие решения, управление, модель, временные характеристики, информация, факторы.

В цикле выработки решения последовательно выполняются два этапа: обоснования и принятия решения. На обоих этапах предусмотрено многократное выполнение циклов выработки варианта, в которых осуществляются исследования по альтернативным вариантам решений с использованием специального математического обеспечения управления (СМОУ) и технических средств автоматизированных производств. Как правило, лицо, принимающее решение (ЛПР), управляет комплексным объектом, куда входят несколько компонент, т.е. имеется несколько контуров управления [1,2]. Рекомендации по управлению в отдельном контуре готовит, а в последующем и реализует лицо, осуществляющее реализацию (ЛОР) (планирующий орган). Опыт показывает, что таких контуров (компонент, объектов) может быть пять–семь [3]. Таким образом, исследования на первом этапе выработки решения выполняют несколько (пять–семь) ЛОР, на втором – одно ЛПР. Распределение работ между ЛОР, выдачу им заданий и контроль их выполнения осуществляет ЛПР.

Для этапа обоснования решения, как правило, следует отводить достаточно времени, чтобы ЛОР имели возможность исследовать необходимое для анализа число вариантов [4]. Исследования заканчиваются первым актом принятия решения, когда каждое ЛОР из проанализированных альтернативных вариантов выбирает по заданному ему объекту (направлению обоснований) наиболее обоснованный с его точки зрения вариант и рекомендует его ЛПР в качестве базового (опорного).

На этапе принятия решения ЛПР прежде всего по базовым вариантам решений для отдельных объектов синтезирует базовый вариант для всего объекта управления [5,6] (эту работу, вообще говоря, может выполнить и специально выделенное ЛОР). Схема последующих действий ЛПР в принципе такая же, как и ЛОР. Отталкиваясь от базового варианта, ЛПР анализи-

рует дополнительное число вариантов и коррекций к ним и по результатам анализа принимает окончательное решение. Однако работы ЛПР и ЛОР отличаются по содержанию, используемому аппарату и, следовательно, затрачиваемому времени, так как ЛОР работает в более узкой области, управляет как бы одним объектом. Задачи управления объектом, их математические модели, реализованные в СМОУ, характер и диапазоны принятых в моделях допущений и ограничений, используемые модули и их дублиры (фэмы), перечни исходных и выходных данных известны ЛОР более полно и глубоко, чем ЛПР. С другой стороны, кругозор ЛОР неизбежно ограничен рамками решаемых им задач и используемой для этого информации. Управляя комплексным объектом, ЛПР учитывает более широкий круг факторов и использует для анализа своих решений математические модели более высокого уровня, чем ЛОР. С повышением уровня управления возрастает число неформализуемых или слабо формализуемых факторов. Поэтому, хотя и ЛПР и ЛОР синтезируют в своих решениях формальное и творческое, на уровне ЛОР, как правило, предпочтение отдается искусственному интеллекту, т.е. СМОУ. Можно сказать, что у ЛОР выше степень доверия к СМОУ, чем у ЛПР. Поэтому у ЛОР доля числа вариантов $\eta_{ш}$, которые были приняты им только на основании рекомендаций СМОУ, т.е. рекомендаций, полученных формализованными методами, выше, чем у ЛПР ($\eta_{ш} > \eta_{к}$).

В этом же направлении действует и другой фактор – степень ответственности за принимаемые решения: ЛПР исходит из того, что принятое им решение будет претворяться в жизнь; решения же или рекомендации ЛОР не являются окончательными, так как ЛОР известно, что они будут переосмысливаться и пересматриваться ЛПР. Это также приводит к тому, что в точке принятия решения т.е. на этапе работы ЛПР, возрастает (должен возрастать) объем творческих решений. ЛПР нужно обладать большим

искусством, что и свойственно талантливым руководителям, полководцам, ученым, чтобы, преодолевая инерцию накопленного ранее и аккумулированного в СМОУ знания в данной области, проявить творчество, не сбиться на шаблон, суметь в каждом принимаемом решении найти новые, оригинальные, неповторимые элементы [7].

Практический вывод отсюда для определения оперативности следующий. Продолжительность цикла выработки варианта T_1 различна для ЛПР и ЛОР не только в силу специфики используемых ими математических моделей, но и из-за различия в значениях коэффициентов η ($\eta_{ш}$ и $\eta_{к}$), характеризующих соотношение формального и творческого в процессах обоснования и принятия решений:

$$T_{1z} = \eta_z T_{1z\text{форм}} + (1 - \eta_z) T_{1z\text{ТВ}} \quad (z = \text{ш}, \text{к}) \quad (1)$$

В соотношении (1) учтено еще одно важное обстоятельство – различие между $T_{1z\text{форм}}$ и $T_{1z\text{ТВ}}$. Дело в том, что оценка эффективности варианта, в котором ЛПР или ЛОР из творческих соображений априорно определяет (задает, фиксирует) значения части параметров управления, требует решения математически более сложных задач. Поэтому, как правило, при прочих равных условиях справедливо

$$T_{1z\text{форм}} < T_{1z\text{ТВ}} \quad (2)$$

Именно это обстоятельство заставляет нас уточнить формулу (1) для вычисления математического ожидания продолжительности цикла выработки варианта T_1 . Действительно, как видно из выражения (1), при $T_{1z\text{форм}} = T_{1z\text{ТВ}} = T_{1z0}$ независимо от значения η_z имеет место равенство $T_{1z} = T_{1z0}$. Другими словами, при независимости величины T_1 от модели выработки решения (основанной только на использовании рекомендаций СМОУ или включающей также и конкретные замыслы человека) нивелируется различие между этапами обоснования и принятия решений. То, что этого не может быть и, следовательно, всегда выполняется неравенство (2), следует из простых качественных соображений [8,9].

Должно быть откорректировано и выражение для среднеквадратического отклонения продолжительности цикла выработки варианта, т.е.

$$\sigma_{2\xi j}^2 = \sum_{v=1}^{m_{ш\xi j}} \left[\sigma_{1ш\xi j v}^2 + \frac{\sigma_{2jv}^2}{\rho_{шjv}} + \left(\frac{\Delta t_{2jv} + K_{jv} \tau_j}{\rho_{шjv}} \right)^2 \frac{1 - \rho_{шjv}}{K_{jv}} + \sigma_{3шjv}^2 \right] + \sigma_{ш\xi j}^2 + \sigma_{к\xi j}^2 + \sum_{v=1}^{m_{к\xi j}} \left[\sigma_{1к\xi j v}^2 + \frac{\sigma_{2jv}^2}{\rho_{mjv}} + \left(\frac{\Delta t_{2jv} + K_{jv} \tau_j}{\rho_{mjv}} \right)^2 \frac{1 - \rho_{mjv}}{K_{jv}} + \sigma_{3к\xi j v}^2 \right]$$

$$\sigma_z = \left[\eta_z^2 \sigma_{z\text{фоп}}^2 + (1 - \eta_z)^2 \sigma_{z\text{мм}}^2 \right]^{1/2} \quad (z = \text{ш}, \text{к}). \quad (3)$$

Таким образом, формализованная модель цикла выработки решения включает последовательное выполнение следующих действий.

1. Распределение ЛПР работ между S_j исполнителями (ЛОР). Временные характеристики этапа: $\Delta t'_{kj}$ и σ'_{kj} . Напомним, что речь идет только о работах, выполняемых последовательно различными ЛОР.

2. Исследование ЛОР $m_{шj}$ вариантов по j -й задаче. Временные характеристики анализа одного варианта – $T_{1шjv}$ и $\sigma_{шjv}$ – вычисляются по формулам (1), (2). Величина $m_{шj}$ представляет собой суммарное число вариантов, исследуемых всеми S_j ЛОР.

3. Анализ ЛОР результатов вычислений по $m_{шj}$ вариантам и выбор базовых (опорного) вариантов для доклада ЛПР. Временные характеристики этапа: $S_j \Delta t_{шj}$ и σ_j . Величину σ_j вычисляют по формуле (3).

4. Обобщение ЛПР результатов работ ЛОР и исследование им при необходимости дополнительных m_{kj} вариантов. Временные характеристики исследования ЛПР одного варианта – $T_{1кjv}$ и $\sigma_{кjv}$ – также вычисляются по формулам (1), (3).

5. Анализ ЛПР результатов вычислений по m_{kj} вариантам и выбор одного из альтернативных вариантов в качестве решения с временными характеристиками $\Delta t''_{kj}$ и σ''_{kj} .

Как уже отмечалось, приведенная совокупность действий может использоваться для принятия решений по различным задачам ($j = \overline{1, n}$), т.е. в различных подсистемах АСС, и на различных этапах процесса управления, т.е. при выработке информационного, организационного или серии управленческих решений, а также плана ($\xi = 1, 2, 3, 4$; в общем случае $\xi = \overline{1, N}$) [2].

Математическое ожидание продолжительности цикла выработки решения по j -й задаче на ξ -м этапе $T_{2\xi j}$ можно найти по формуле

$$T_{2\xi j} = \sum_{v=1}^{m_{ш\xi j}} T_{1ш\xi j v} + S_j \Delta t_{ш\xi j} + \sum_{v=1}^{m_{к\xi j}} T_{1к\xi j v} + \Delta t_{к\xi j}, \quad (4)$$

где $\Delta t_{к\xi j} = \Delta t'_{к\xi j} + \Delta t''_{к\xi j}$.

Среднеквадратическое отклонение продолжительности цикла выработки решения $\sigma_{2\xi j}$ может быть найдено из следующего соотношения:

где $\rho_{mjz} = \rho_j^{1/K_j}$; $z = \nu, \nu$;
 $\sigma_{kj}^2 = (\sigma'_{kj})^2 + (\sigma''_{kj})^2$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лихтенштейн В.Е., Росс Г.В. Информационные технологии в бизнесе. – М., Финансы и статистика, 2009 г., 560 с.
2. Феофанов А.Н., Митрофанов В.Г., Капитанов А.В. Выбор типа модели производственных систем // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2011. № 4. С. 96-98.
3. Митрофанов В.Г., Капитанов А.В., Семилеткин В.Ю. Выбор компонент программно-технической платформы информационно-аналитической системы // Межотраслевая информационная служба. 2010. № 4. С. 38-46.
4. Капитанов А.В., Семилеткин В.Ю., Феофанов А.Н. Программно-техническая платформа информационно-аналитической системы // Технология машиностроения. 2011. № 7. С. 67-69.
5. Митрофанов В.Г., Попов А.П. Моделирование задачи проектирования комплекса технических средств АСУ // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2009. № 2 (24). С. 172-176.
6. Митрофанов В.Г. Интегрированные производственные системы // Вестник МГТУ Станкин. 2008. Т. 1. № 1. С. 65-67.
7. Гришина Т.Г. Вероятностное обоснование и принятие решений при управлении автоматизированным производством // Мехатроника, автоматизация, управление. 2012. №1. С. 48-52.
8. Гришина Т.Г. Факторы, влияющие на оперативность управления технологическими системами // Вестник МГТУ Станкин. 2011. №3(15). С. 167-170.
9. Григорьев С.Н. Научно-технические проблемы построения современных технологических систем с числовым программным управлением // Мехатроника, автоматизация, управление. 2011. № 4. С. 19-26.