



АДАПТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ОЦЕНКИ И КЛАССИФИКАЦИИ ДАЛЬНОВИДНЫХ АКТИВНЫХ СИСТЕМ

Н. Ф. Сирина⁽¹⁾, В. В. Цыганов⁽²⁾

⁽¹⁾ Уральский государственный университет путей сообщения, г. Екатеринбург;

⁽²⁾ Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, г. Москва

Поставлена задача оптимального синтеза комплексного адаптивного механизма, основанного на количественной и качественной оценках результатов функционирования дальновидной активной системы. Доказано, что для прогрессивности комплексного адаптивного механизма оценки и классификации достаточно прогрессивности адаптивного механизма оценки.

Для эффективного управления развитием организации необходимо регламентировать процессы ее адаптации к изменениям. Механизм адаптации организации (или, кратко, адаптивный механизм) формирует ее управляющий орган (Центр). На практике широко применяются адаптивные механизмы количественной и качественной оценок результатов работы элементов организации [1, 2]. В теоретических исследованиях обычно рассматривается двухуровневая модель организации, на верхнем уровне которой находится Центр, а на нижнем — дальновидный элемент.

Принятые сокращения:

АМК — адаптивный механизм классификации;
АМО — адаптивный механизм оценки;
АМОК — адаптивный механизм оценки и классификации;
ДЭ — дальновидный элемент.

Традиционно, особое внимание уделяется определению условий прогрессивности адаптивного механизма, обеспечивающего раскрытие потенциала организации. Например, в работе [1] для получения количественной оценки результатов работы и стимулирования применяются адаптивные механизмы оценки, для которых найдены условия прогрессивности. В работах [1, 2] для получения качественной оценки (класса) применяются адаптивные механизмы обучения классификации, для которых также определены условия прогрессивности. На практике управляющие органы одновременно используют как количественные, так и качественные

оценки результатов работы элементов системы. В данной работе исследуются условия прогрессивности комплексного адаптивного механизма функционирования двухуровневой организации, в котором одновременно проводятся как количественная, так и качественная оценки.

Обозначим состояние ДЭ в периоде t как y_t . Это состояние ограничено: $y_t \leq p_t$, $t = \overline{1, T}$, где p_t — потенциал ДЭ в периоде t , зависящий от случайных факторов; $t = \overline{1, T}$, T — число рассматриваемых периодов. Значение p_t в периоде t известно ДЭ, но не известно Центру ($p_t \in P$, $t = \overline{1, T}$). Для эффективного использования потенциала, осуществляется количественная и качественная оценки работы ДЭ.

Адаптивный механизм оценки формирует количественную оценку ДЭ путем определения степени выполнения адаптивных нормативов, регламентирующих его работу. Именно, в АМО $\Sigma_E = (X, E)$ на основе текущего норматива x_t и состояния ДЭ y_t формируется адаптивный норматив оценки x_{t+1} на следующий период $(t+1)x_{t+1} = X(x_t, y_t)$, где $X(x_t, y_t)$ — процедура адаптивного нормирования $t = \overline{1, T}$, $x_1 = x^1$. Состояние y_t сопоставляется с нормативом x_t и определяется количественная оценка ДЭ $e_t = E(x_t, y_t)$, где E — процедура оценивания. Если дальновидный элемент заинтересован в увеличении текущей и будущей оценок, то его целевая

функция зависит от вектора состояний $\bar{y} = (y_1, \dots, y_T)$ и определяется по формуле:

$$V_E(\bar{y}) = \sum_{t=1}^T k^{t-1} E(x_t, y_t), \quad (1)$$

где k — коэффициент дисконтирования, используемый для приведения будущих оценок к текущему периоду.

Предположим, что классификация заключается в отнесении ДЭ к одному из двух классов. Тогда АМК формирует качественную оценку (класс) ДЭ, путем сопоставления полученной в АМО оценки e_t с адаптивной нормой n_t . Формально АМК $\Sigma_R = (N, R)$, где N — процедура нормирования, R — процедура классификации. С помощью процедуры нормирования $n_{t+1} = N(n_t, e_t)$ формируется адаптивная норма классификации n_t . Процедура классификации $r_t = R(n_t, e_t)$ определяет класс r_t ДЭ

$$r_t = R(n_t, e_t) = \begin{cases} 1 & \text{при } e_t \geq n_t, \\ 0 & \text{при } e_t < n_t. \end{cases} \quad (2)$$

Рассмотрим процедуру нормирования $n_{t+1} = N(n_t, e_t)$. Обозначим через Δ_1 и Δ_2 некоторое разбиение множества состояний ДЭ Δ , $\bigcup_{k=1}^2 \Delta_k = \Delta$. Задача Центра заключается в классификации состояний ДЭ путем отнесения его к множеству Δ_1 или Δ_2 . При $y_t < x_t$ состояние ДЭ относится к классу «удовлетворительное» (в этом случае

ДЭ можно поощрить), в противном случае — к классу «неудовлетворительное» (и тогда ДЭ можно наказать). Каждое из этих решений связано для Центра с определенным риском. В первом случае его потери F_1 возрастают при увеличении состояния ДЭ y_t (например, из-за снижения поощрения). Во втором случае потери F_2 возрастает с уменьшением состояния y_t (из-за завышения поощрения). Как показано в работе [2], настраиваемая норма классификации минимизирует средний риск, если процедура нормирования имеет вид:

$$n_{t+1} = N(n_t, e_t) = \begin{cases} n_t + \gamma & \text{при } y_t < n_t, \\ n_t - \gamma u & \text{при } y_t \geq n_t, \end{cases} \quad (3)$$

где γ — шаг адаптации, $\gamma > 0$, u — параметр процедуры нормирования, $u > 0$. Если ДЭ заинтересован в увеличении текущего и будущих классов, то его целевая функция определяется по формуле:

$$V_R(\bar{y}) = \sum_{t=1}^T k^{t-1} R(n_t, y_t). \quad (4)$$

Адаптивный механизм оценки и классификации позволяет последовательно определять количественную и качественную оценки ДЭ (см. рисунок). В АМОК состояние y_t сопоставляется с нормативом x_t и определяется оценка ДЭ e_t . Далее на основе оценки e_t корректируется норма классификации n_{t+1} , используемая для определения ранга r_{t+1} . Адаптивность АМОК обеспечивается непрерывной настройкой нормативов оценивания и норм классификации.

Если ДЭ заинтересован в увеличении текущих и будущих оценок и классов, то его целевая функция определяется по формуле:

$$W(\bar{y}) = V_E(\bar{y}) + V_R(\bar{y}) = \sum_{t=1}^T k^{t-1} [E(x_t, y_t) + R(n_t, y_t)]. \quad (5)$$

Задача синтеза АМОК заключается в выборе совокупности процедур, обеспечивающих состояния ДЭ, предпочтительные для Центра. В общем случае задача оптимального синтеза АМОК $\Sigma = \{\Sigma_E, \Sigma_R\}$ в условиях неопределенности относительно потенциала ДЭ имеет вид

$$\min_{p_t \in P, t = \overline{1, T}} \min_{\bar{y} \in G(\Sigma, p)} \Psi(\bar{x}, \bar{n}, \bar{y}) \rightarrow \max, \quad (6)$$

где $G(\Sigma, p) = \arg \max_{\bar{y}} W(\bar{y})$ — множество оптимальных состояний ДЭ y_t^* ; $\bar{x} = (x_1, \dots, x_T)$ — совокупность адаптивных нормативов оценки; $\bar{n} = (n_1, \dots, n_T)$ — совокупность адаптивных норм на весь срок дальновидности T . Предположим, что целевая функция Центра монотонно возрастает с увеличением выхода ДЭ: $\Psi(\dots, y_{1T}, \dots) \leq \Psi(\dots,$

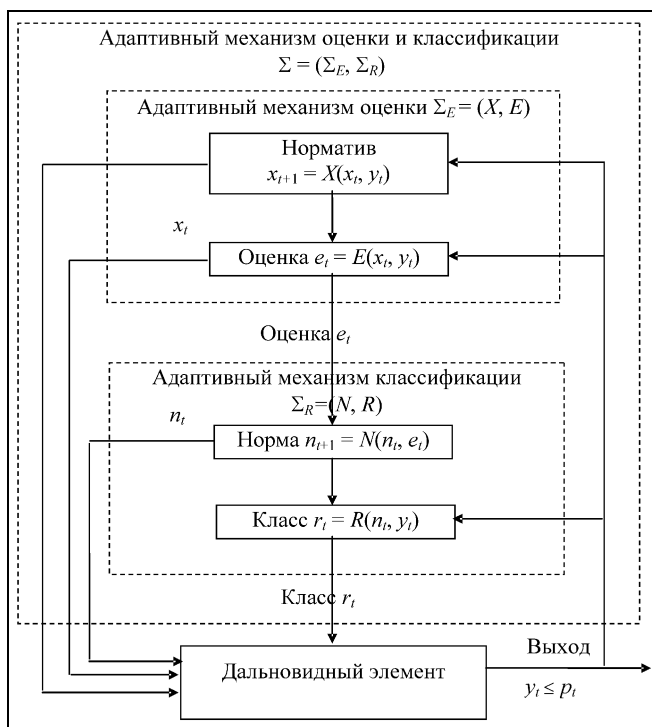


Схема адаптивного механизма оценки и классификации



$y_{2t}, \dots), y_{1t} \leq y_{2t}, t = \overline{1, T}$. Тогда ее максимум достигается, если состояние ДЭ y_t^* соответствует потенциалу p_t :

$$y_t^* = p_t, \quad t = \overline{1, T}. \quad (7)$$

Как принято в работах [1, 2] будем предполагать, что ДЭ благожелателен по отношению к Центру: если $p_t \in G(\Sigma, p)$, то $y_t^* = p_t$.

Механизм, обеспечивающий выполнение условия (7), т. е раскрытие потенциала p_t , называют прогрессивным [1, 2]. Поэтому задача оптимального синтеза АМОК $\Sigma = \{\Sigma_E, \Sigma_R\}$ (6), при условии (7), сводится к задаче синтеза прогрессивного механизма.

Теорема. Для прогрессивности АМОК $\Sigma = \{\Sigma_E, \Sigma_R\}$ достаточно прогрессивности АМО Σ_E .

Доказательство. По условиям теоремы АМО Σ_E прогрессивен. Поэтому с ростом показателя y_t , текущая оценка e_t , получаемая из АМО Σ_E , возрастает. Далее, в АМОК используется АМК Σ_R с процедурой классификации (2). Поэтому, с ростом y_t , текущий класс ДЭ (r_t) также возрастает. Исследуем теперь зависимость будущих классов ДЭ ($r_{t+1}, \dots, r_{t+\tau}$) от y_t . В АМК используется процедура нормирования (3), согласно которой с ростом оценки e_t будущие нормы n_t убывают при $\tau = \overline{1, T}$. Следовательно, с ростом показателя y_t будущие нормы ($n_{t+1}, \dots, n_{t+\tau}$) убывают. Но при процедуре классификации (2) класс r_t монотонно возрастает с уменьшением нормы n_t при заданном $y_t, \tau = \overline{1, T}$. Таким образом с ростом показателя y_t будущие классы ДЭ ($r_{t+1}, \dots, r_{t+\tau}$) возрастают. Согласно выражениям (1), (4) и (5) целевая функция ДЭ — монотонно возрастающая функция текущих и будущих оценок и классов. Но как было показано ранее, $e_t, r_t, \dots, e_{t+\tau}, r_{t+\tau}$ — монотонно возрастающие функции показателя y_t . Следовательно, с ростом показателя y_t , возрастает и целевая функция ДЭ. В силу неравенства $y_t \leq p_t$ ее максимум достигается при состоянии y_t^* , равном потенциалу p_t . Поскольку ДЭ благожелателен по отношению к Центру, то $y_t^* = p_t, t = \overline{1, T}$. Следовательно, АМОК $\Sigma = \{\Sigma_E, \Sigma_R\}$ является прогрессивным. ♦

Таким образом, решение задачи синтеза оптимального АМОК $\Sigma = \{\Sigma_E, \Sigma_R\}$ (6) при условии (7) сводится к решению задачи синтеза прогрессивного АМО Σ_E . В свою очередь, прогрессивность АМО Σ_E обеспечивается известными методами, например, выбором подходящей процедуры оценки [1]. Рассмотрим, например, АМОК

$\Sigma^1 = \{\Sigma_E^1, \Sigma_R^1\}$ с линейным АМО Σ_E^1 , в котором процедура нормирования имеет вид: $x_{t+1} = \alpha y_t + \beta x_t, t = 1, 2, \dots, x_1 = x^1$, а процедура оценки — $e(x_t, y_t) = by_t - dx_t$, где b, d, α и β — неотрицательные величины. Как показано в работе [1], для прогрессивности линейного АМО Σ_E^1 достаточно выполнения неравенства:

$$b \geq \alpha dk[1 - (k\beta)^T]/(1 - k\beta). \quad (8)$$

Следствие. Линейный АМОК $\Sigma^1 = \{\Sigma_E^1, \Sigma_R^1\}$ прогрессивен, если выполняется неравенство (8).

Доказательство. В соответствии с теоремой для прогрессивности АМОК $\Sigma^1 = \{\Sigma_E^1, \Sigma_R^1\}$ достаточно обеспечить прогрессивность АМО Σ_E^1 . Но для прогрессивности линейного АМО Σ_E^1 достаточно выполнения неравенства (8), что и требовалось доказать. ♦

Заметим, что условия прогрессивности АМОК не зависят от параметров процедуры нормирования (в том числе шага адаптации).

В заключение отметим, что доказанная теорема и следствие существенно упрощают синтез АМОК. Действительно, для прогрессивности АМОК, как комплексного механизма, включающего в себя два локальных механизма — АМО и АМК — достаточно обеспечить лишь прогрессивность АМО, используя наработанные в работах [1, 2] методы. Этот результат заранее не очевиден. Более того, ранее считалось, что для обеспечения прогрессивности комплекса (композиции) адаптивных механизмов следует обеспечить прогрессивность *всех* его составляющих. Это предположение даже было сформулировано в виде принципа декомпозиции: «Комплексный механизм будет прогрессивным, если прогрессивен каждый его локальный механизм» (с. 119 работы [1]). При выполнении условий указанной теоремы и следствия можно отказаться от соблюдения этого принципа и, тем самым, упростить проектирование и реализацию комплексных прогрессивных адаптивных механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыганов В. В. Адаптивные механизмы в отраслевом управлении. — М.: Наука, 1991. — 165 с.
2. Цыганов В. В., Бородин В. А., Шишкин Г. Б. Интеллектуальное предприятие: механизмы овладения капиталом и властью (теория и практика управления эволюцией организации). — М.: Университетская книга, 2004. — 768 с.

☎ (343) 245-14-91, 334-91-91;

e-mail: nsirina@nis.usurt.ru, bbc@ipu.ru



Уважаемые читатели!

С экстратекстом журнала "Проблемы управления" вы можете ознакомиться в Интернете, посетив сайт <http://www.extratext.by.ru/>.

Экстратекст — это новый инструмент информационной поддержки инноваций.

Экстратекстом научной статьи мы называем информационный объект, элементами которого являются: Библиографическое описание, Аннотация, Введение, Заключение (выводы) и Список литературы.

Экстратекст дает сжатое представление о перечне и сути рассматриваемых вопросов, полученных результатах, позиции и эрудиции автора.

Редакция