

УДК 658(075)

Г.П. Виноградов

СБОРКА МОДЕЛИ ВЫБОРА АГЕНТА С СУБЪЕКТИВНО РАЦИОНАЛЬНОЙ ФОРМОЙ ПОВЕДЕНИЯ В НАУКОЕМКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Виноградов Геннадий Павлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Информатика и прикладная математика» Тверского государственного технического университета. Имеет более 200 публикаций в области теории, методов и алгоритмов принятия решений в автоматизированных системах управления на основе субъективных представлений. [e-mail: wgp272ng@mail.ru].

Аннотация

В статье рассматривается проблема влияния человеческого фактора на эффективность функционирования наукоемкого производства. Суть ее заключается в способности человека предъявлять системе ту модель своего поведения, которая в наибольшей степени отвечает его интересам и целям, что делает актуальной разработку процедур «сборки» модели поведения агента, обладающего свойствами активности, креативности и способностью к самоорганизации. Подобная модель необходима центру для того, чтобы делать хотя бы грубые оценки эффективности управляющего воздействия до того, как оно будет произведено. Это связано с тем, что как у центра, так и у агента существуют внутренние образы как себя, так и взаимодействующей стороны. Поэтому наличие у центра модели поведения агента позволяет ему контролировать процесс принятия решений агентом и таким образом проектировать его поведение. В этом случае управление центра должно как минимум содержать две составляющие: мотивационную и информационную (в форме обучения, коучинга). Их цель – детерминирование поведения агента путем создания у него определенной модели представлений о компонентах ситуации выбора, что позволяет центру предсказывать процесс принятия решений агентами в производственной системе.

Ключевые слова: согласование, принятие решений, активные системы, согласованное управление, модель выбора.

ASSEMBLING THE MODEL OF THE AGENT WITH SUBJECTIVE RATIONAL BEHAVIOR SELECTION IN HIGH-TECH INDUSTRY

Gennadii Petrovich Vinogradov, Doctor of Engineering, Professor at the Department of Information Technologies and Applied Mathematics of Tver State Technical University; an author of more than 200 articles in the field of theory, methods, and algorithms of decision-making in automated control systems on the basis of subjective representations. e-mail: wgp272ng@mail.ru.

Abstract

The problem of influence of human factor on high-tech industry effectiveness is considered in the article. The problem heart lies in human ability to choose the behavior model that meets his interests and answers his goals. Thus, the development of assemble procedures of behavior model of active, creative, and self-organized agents is quite urgent. The center needs this model to evaluate (maybe even crudely) control action activity before the fact of influencing because the center (as the agent itself) has its own internal rating of either itself or the interacting party. Thereby, the agent behavior model allows the center to control the process of the agent decision-making and to determine his behavior this way. In this case, the center control system should consist of at least two parts: motivational and informational (training or coaching) ones. Their goal is to determine the agent behavior by creating the notion model of the choice situation components. That can help the center to predict the agent decision-making process in the production system.

Key words: coordination, decision-making, active systems, coordinated control, choice model.

ВВЕДЕНИЕ

Наукоемкие производственные системы в силу своей специфики ориентированы на участие персонала в управлении [1, 2]. Формами участия являются: разработка альтернативных вариантов решений, участие в принятии окончательного решения, формирование встречных планов и т.п. Это связано с увеличением объема и специфичности знаний каждой производственной единицы, что приводит к росту суверенности, ответственности и соответственно активного влияния подразделений на управляющую систему производства (центра). Человек при наличии автономии и определенной свободы выбора пытается реализовать свои цели и интересы. Он их рассматривает как производные от формальных оценок результатов его труда, принятых в системе (подробно их взаимосвязь рассмотрена в [3]). Цели и интересы субъекта являются его внутренней характеристикой. Они обусловлены его мотивацией, которая связана с потребностями субъекта и его обязательствами [4]. Центр на мотивационно-целевую направленность субъекта может влиять только опосредованно, например, путем мотивационного и информационного управления. Последнее ориентировано на модификацию структуры целей субъекта, изменение его информированности об окружении, трансформацию опыта, знаний и т.п., то есть всего, что составляет и определяет его модель поведения [5]. Но, чтобы осуществлять такое управление центр должен иметь способ моделировать поведение производственного персонала, которое определяется его моделями принятия решений.

Будем считать, что человек в производственной системе обладает возможностью выбора модели поведения из некоторого множества. Например, он может построить свою производственную деятельность, только следуя указаниям управляющей системы, оправдывая неудачи различного рода объективными причинами (одна крайняя модель). Вторая крайняя модель связана со стремлением к: 1) достижению максимально возможных результатов в конкретных производственных ситуациях и 2) саморазвитию.

В свою очередь, центр хочет видеть модель поведения производственных субъектов, отвечающую как своим целям и интересам, так и целям и интересам системы в целом. Для этого он должен организовать процесс ее «сборки» на основе своих представлений о деятельности агентов [5]. Традиционные подходы для идентификации модели поведения субъекта как активного, целеустремленного, интеллектуального агента не приемлемы вследствие того, что:

1. Неявно считается, что модель поведения не является продуктом деятельности самого субъекта.
2. Поведение субъекта не зависит от факта существования у управляющей системы модели, отражающей его поведение.

Дело в том, что исследователю противостоит объект, «наделенный психикой». В результате отношения между таким объектом и исследователем переходят в отношения между двумя исследователями, каждый из которых высту-

пает как объект по отношению к другому. В то же время отношения подчиненности приводят к тому, что объект может стремиться быть неадекватным модели исследователя. Это связано с тем, что объект, зная о влиянии на него модели-теории, а она по мысли исследователя отражает некоторую закономерность, может пытаться изменить эту закономерность, что, в свою очередь, приводит к саморазрушению модели-теории.

Вывод из этой ситуации кажется парадоксальным: создать условия, когда субъект сам создаст выгодную центру модель поведения. Это возможно сделать в процессе целеполагания и планирования, когда на всех этапах центр предъявляет агентам требуемую модель поведения системы в целом и решает проблему согласования своих целей и интересов с целями и интересами агентов. Такой подход предполагает необходимость в интерактивном взаимодействии подразделений и центра при решении общесистемных задач, особенно при определении направления развития. Использование в этом процессе современных информационных технологий делает его реализуемым, прежде всего, за счет снижения трудоемкости затрат на реализацию такого взаимодействия, особенно временных.

1 БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЗМА УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧАЮЩЕЙСЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ

В качестве базовой для анализа будет использована двухуровневая активная организационная система [3], которая включает в себя центр (руководство производства, экономист, технолог) и агентов (руководство отделений, технологи, мастера смен).

Пусть центр управляет n агентами A_i , $i = \overline{1, n}$. Каждый i -й агент, в свою очередь, управляет технологическим узлом, выпускающим продукцию y_i^t в период t .

Модель представлений центра о поведении агентов системы. Центр оценивает i -го агента вектором состояния τ_i , который образуют: x_i – вектор затрат ресурсов, y_i – вектор выпуска продукции и полупродуктов, q_i – вектор, характеризующий количество и качество труда производственного персонала, v_i – вектор показателей качества продуктов и полупродуктов. Вектор y_i принимает одно из значений множества Y_i , которое представляется в следующем виде $Y_i = \{y_i \mid q_i, y_i \in \tilde{Y}_i(q_i)\}$, $i \in [1, n]$, где Q_i – множество значений q_i , агент может менять величину q_i от нуля до q_i^{max} . Центр оценивает величину параметра q_i размером фонда стимулирования w_i .

Часть продукции i -го агента может потребляться другими агентами, а некоторая величина η_i^t является конечной продукцией, поступающей во внешнюю среду. Именно эта часть продукции i -го агента и представляет интерес для центра, так как она выступает для него в качестве договорного обязательства.

Обозначим через x_{ji} часть продукции агента с номером j , которая потребляется агентом с номером i . Составить план работы для агентов центром – значит, зная набор чисел η_i , $i = \overline{1, n}$, представляющих договорные обязательства, определить n^2 чисел x_{ji} , $j = \overline{1, n}$, $i = \overline{1, n}$, удовлетворяющих показателям качества. Для этого центр должен знать локальные ограничения агентов, характеризующие свойства и возможности их объектов управления, а также глобальные ограничения для системы в целом $Y^{ГЛ}$.

В силу сложности объектов управления в наукоемких производствах и их плохой формализуемости центр использует при составлении плана упрощенное представление о возможностях агентов. Оно состоит в том, что центр знает, какое количество продукции j -х агентов $j = \overline{1, n}$ (не ниже которого) должно быть поставлено агенту с номером i для того, чтобы он мог произвести единицу продукции x_i^t . Набор таких характеристик называется вектором коэффициентов затрат α_{ji}^t . Тогда модель представлений центра о технологических возможностях i -го агента описывается как $x_{ji}^t = \alpha_{ji}^t (z_i^t) x_i^t$.

Вектора y_i и v_i являются функциями режимных параметров z_i . Центр учитывает зависимость y_i и v_i от z_i в $\alpha_{ji}^t (z_i^t)$, $i \in [1, n]$. Очевидно, что $z_i^t \in Z_i^t$. Множество Z_i^t определяется конструктивными особенностями технологического узла и задается технологическим регламентом

ведения процесса. Величина входного потока $\sum_{j \in J_i} x_{ji}^t$ не может превышать величины N_i^t мощности технологического узла.

Центр может не иметь точного представления о виде зависимости $\alpha_{ji}^t (z_i^t)$, но он может оценить ее по данным реализации плановых заданий. Кроме того, центр знает подмножество $\tilde{A}_i^t \subseteq A_i$ возможных значений α_{ji}^t . Например, ему доступна информация о принадлежности значений α_{ji}^t некоторому интервалу $\alpha_{ji}^t \in [\underline{\alpha}_{ji}^t, \overline{\alpha}_{ji}^t]$, но в этом случае центр не знает, какие значения $z_i^t \in Z_i^t$ выберет i -й агент. Более точное представление о виде зависимости $\alpha_{ji}^t (z_i^t)$ имеют агенты. На коэффициенты затрат центром могут быть наложены ограничения вида

$$\sum_{j \in J_i} \alpha_{ji}^t \leq M_i, \text{ или } \sum_{j \in J_i} \alpha_{ji}^t = M_i, \text{ или } \sum_{j \in J_i} \alpha_{ji}^t \geq M_i.$$

Аналогичным образом центр определяет план по фонду стимулирования $W = [w_i, i = \overline{1, n}]$. Будем считать, что $\sum_{i=1}^n w_i \leq W \left(\sum_{i=1}^n c_i \eta_i \right)$. Это условие позволяет считать интересы центра и агентов неантагонистическими, хотя они могут и не совпадать.

Состояние всей системы центр определяет вектором $\tau = \{\tau_j\} \in U$, где U – множество возможных состояний системы: $U = \left\{ \prod_{i \in I} Y(\alpha_{kj}^{(i)}) \right\} \cap Y^{ГЛ}$, а $Y^{ГЛ}$ – глобальные ограничения на множество состояний системы.

Пусть центр оценивает продуктивность работы i -го агента p_i^t в виде

$$p_i^t = c_i^t y_i^t - w_i^t (y_i^t),$$

где c_i^t – стоимость единицы продукции i -го вида;

y_i^t – фактический объем продукции, произведенный i -м агентом.

Очевидно, что оценка продуктивности i -го агента центром должна удовлетворять условию $p_i^t \geq \Delta_i^t$.

Процедуру формирования значений вектора $u_i^t (\underline{\alpha}_{ji}^t, \overline{\alpha}_{ji}^t) = \{x_i^t, v_i^t, w_i^t\}$ центром для агентов, исходя из условия выполнения договорных обязательств по некоторому критерию, описывающему интересы центра, будем называть законом управления центра.

Модель принятия решений агентом в ситуации целеустремленного состояния. Наличие у центра модели поведения агента позволяет ему контролировать процесс принятия решений агентом и таким образом проектировать его поведение. Поведение человека как интеллектуального агента, зависящее от его субъективных представлений о ситуации выбора, рассматривалось в работах [3, 8]. Показано, что принимаемое решение агентом о способе действия определяется его оценками компонент ситуации целеустремленного состояния. Их величина зависит от структуры информированности агента I_i , которая определяется его знаниями, убеждениями, ценностями, нормами, опытом [7]. В этих же работах была предложена модель принятия решений агентом, позволяющая учитывать его индивидуальные оценки компонент ситуации целеустремленного состояния.

Механизм функционирования производственной системы. Он основан на учете естественного порядка декомпозиции решения задачи управления системой. Центр при разработке плановых заданий агентам x_i^{*t} не рассматривает вопрос о том, каким образом с помощью подбора значений режимных параметров обеспечиваются требуемое значение выхода y_i^t , удовлетворяющее условию $y_i^t = x_i^{*t}$, и соответствующие ему показатели качества v_i^t . Эту задачу решает производственный персонал каждого технологического узла.

Рассмотрим функционирование системы, начиная с периода t , $t = 0, 1, 2, \dots$

1. Центр по итогам очередного периода планирования уточняет нормативную базу, определяет значения показателей финансовой и хозяйственной деятельности на планируемый период, формирует и уточняет модели локально-оптимального поведения агентов. Затем без учета условий согласования определяет производственную программу, обеспечивающую достижение финансовых и

хозяйственных показателей. Проверяет принадлежность найденных плановых заданий множеству согласованных состояний агентов в прошлом периоде. Если эти условия будут выполнены, то рассчитанный план доводится до агентов. На вход агента подается управление центра: план x_i^{*t} , определяющий результаты деятельности агента, потребляемые ресурсы, режимы ведения технологического процесса в виде коэффициентов выпуска α_t , а также управление его поведением u_t . В состав последнего входят затраты на оплату деятельности агента, его обучение и коучинг, стимулирование за поиск резервов и т. п. Агенты выполняют расчет соответствующих режимов ведения технологического процесса на технологических агрегатах. Процедура формирования производственной программы заканчивается.

При невыполнении условий согласования или невозможности сформировать допустимый план центр определяет «узкие места», формирует предложения по корректировке технологических множеств агентов: направление и величина шага. Результат этого этапа – два вида производственных программ: одна ориентирована на реализацию целей выживания, а вторая – на развитие. Оба варианта доводятся до агентов. Им предлагается сформировать оценки ценности результатов в этих двух ситуациях целеустремленного состояния и свои предложения по движению в пространстве показателей и решений в направлении, сформированном центром.

2. Агенты формируют встречные предложения. Обладая определенной структурой информированности I_i^t , агент может сформировать представление о множестве $Y(p(u_t), x_t, \omega_t)$, также о множестве режимов $Z(p(u_t), x_t, \omega_t)$. После анализа реализуемости возможных режимов ведения технологического процесса агент выбирает состояние $y_i^t \in Y(p(u_t), x_t, \omega_t)$ путем решения задачи [3]:

$$P_i(z_i) = \text{Arg max } E\Phi_i(o_i, u_i),$$

$$\xi_i \in \Xi_i, z_i \in Z_i(I_i), u_i \in U_i, o_i = o_i(y_i) \in O_i^o,$$

$$y_i = f_i(I_i, z_i, \xi_i) \in Y_i,$$

$$O_i^o = \{o_{ij}^o\}, j = \overline{1, N_i}, I_i \subseteq M, \chi_i^1(E\Phi_i) \geq \chi_i^{1o},$$

$$\chi_i^2(EE_i) \geq \chi_i^{2o},$$

где $E\Phi_i$ и EE_i – оценки агентом удельной ценности ситуации целеустремленного состояния по результату и эффективности;

$\chi_i^l, l = \overline{1, 2}$ – оценки, отражающие эмоциональное отношение агента к ситуации выбора;

u_k – управляющее воздействие центра.

Полученное решение сообщается центру. При этом размер локальной области поиска локально оптимального плана решений агентами расширяется за счет определения ими уточненного значения величины шага в направлении, сформулированном центром. Выражается это в предложениях о новых режимах ведения технологического про-

цесса и предложениях об организационно-технических мероприятиях по совершенствованию технологического процесса и организации работы персонала. Кроме того, агенты формируют предложения по функциям дохода $w_i, i \in [\overline{1, n}]$.

3. Центр анализирует результат выбора y_i и определяет оценку параметра α_{t+1} в периоде $t+1$:

$$\alpha_{t+1} = I'(\alpha_t, y_t, x_t), \quad (1)$$

где I' – процедура оценки технологических возможностей агента;

α_t – оценки потенциала $p(u_t)$ агента в период t .

Процедура (1) должна обладать следующими свойствами

$$\alpha_\tau \in R^1, \tau = 0, 1, 2, \dots,$$

$$I'(\alpha_t, y_t, x_t) \subset C_1,$$

$$I'(\alpha, y, x) \uparrow \alpha,$$

$$A_t \otimes Y_t \xrightarrow{I'} A_{t+1}.$$

Будем предполагать, что при любых $\alpha \in A_t$ процедура (1) удовлетворяет следующим условиям [6]:

$$I'(\alpha, y, x) \geq I'(\alpha, y', x) \Leftrightarrow \mu, \mu' \in \Theta, u \in U,$$

$$y \in Y(p(u), x, \mu), y' \in Y(p(u), x, \mu') \text{ и } \mu \geq \mu'.$$

Это означает, что если центр получает лучшие оценки потенциала агента, то он будет уверен, что агент стремится улучшить свое представление об имеющихся резервах технологического процесса и его деятельность направлена на их реализацию.

Центр по результатам анализа предпочтительных для агентов локально-оптимальных значений планов корректирует нормативную базу, строит множество допустимых вариаций плановых показателей, определяет и ранжирует их приращения, формирует свою оценку ситуации целеустремленного состояния.

4. Центр решает задачу формирования оптимальной производственной программы с учетом встречных предложений агентов и условий согласования. В случае невозможности определения допустимого решения из-за несовместимости ограничений (в основном из-за завышенных оценок агентами своего вознаграждения) в условиях согласования исключаются те ограничения, которые, по мнению центра, содержат завышенные оценки дохода и заниженные оценки выходов y_i . После этого рассчитывается производственная программа.

5. Центр определяет новое направление движения к желаемому состоянию в пространстве критериев и решений, величину шага и рассчитывает величину компенсации агентам за их согласие на принятие напряженных планов.

6. Для полученной точки центр определяет новое множество допустимых значений планов, плановых показателей, множество решений. Если $y \in Y(p(u), x, \omega)$ и $y' \in Y(p(u), x, \omega')$, то $I(\alpha, y, x) \geq I(\alpha, y', x)$. В силу строгой монотонности $Y(p(u), x, \omega)$ и условий выпуклости и замкнутости существует единственная форма пред-

ставлений агента $\mu = \xi\alpha \in \Theta$ о технологических возможностях, при которой $y \in Y^*(p(u), x, \omega)$. Это, в свою очередь, гарантирует, что различным потенциалам агента $p(u, \mu)$ и $p(u, \mu')$, $\mu \neq \mu'$ таким, что $y \in Y(p(u), x, \mu)$ и $y' \in Y(p(u), x, \mu')$, центр будет назначать различные оценки $I(\alpha, x, y) \neq I(\alpha, x, y')$. Центр на основе оценок потенциала агента α_{t+1} , используя процедуру планирования π и регулирования Q , определяет вознаграждение агенту за достижение плановых показателей $u_i^{t+1} = Q(\alpha_i^{t+1})$, $u_i^{t+1} \in U_i^{t+1}$ и плана x_i^{*t+1} на период $t+1$:

$x_i^{*t+1} = \pi(\alpha_i^{t+1})$, $x_i^{t+1} \in H_i^{t+1}$, $\pi(\alpha) \uparrow \alpha_i^{t+1}$. Здесь π , $Q \in C$ – непрерывные функции, которые могут быть известными и согласованными центром с агентами.

7. Центр выбирает для нового множества значений плановых показателей и решений, определенных в п. 6, уточненных возможностей агентов – скорректированный вариант производственной программы. Сообщает решения агентам.

8. Агенты решают задачу формирования предложений по расширению множества допустимых вариантов ведения технологического процесса, рассчитывают множество возможных вариаций своих оценок ситуации целеустремленного состояния. Полученные решения сообщаются центру.

9. Центр и агенты оценивают степень возможности достижения целей системы при реализации производственной программы, а также выполнения условий согласования, определяющих множество согласованных решений.

10. Если значения оценок удельной ценности по результату и эффективности для центра и агентов принимаются как удовлетворительные, то процесс поиска оптимальной согласованной программы, учитывающей субъективные представления агентов о ситуации целеустремленного состояния, заканчивается. В противном случае выполняется переход к п. 2.

2 НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ СОГЛАСОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ПОВЕДЕНИЯ ЦЕНТРА И АГЕНТОВ

Рассмотрим взаимодействие центра и агента в организационной системе, базовая модель которой описана выше. Пусть центр по результатам деятельности агента строит систему показателей $\mathfrak{Y} = f(y)$, $y \in Y^o$, которую он рассматривает как оценки результатов деятельности агента. Полученные оценки используются центром для определения вознаграждения агента по правилу $u = w(\mathfrak{Y})$, где u – величина вознаграждения (сумма благ, предоставляемая агенту) в оценке центра. Пусть O^o – допустимая область значений показателей деятельности агента, ограниченная технологическими, юридическими, административными и другими рамками. Область O^o содержит элемент $o = 0$, соответствующий отказу от работы на данном рабочем месте.

Если при фиксированной известной функции вознаграждения $w(y)$ агент может построить некоторое множество $o(u) \in \hat{O}$ возможных результатов деятельности, то естественно предположить, что он будет выбирать конкретное значение $o \in \hat{O}$ (предполагается, что $O^o \cap \hat{O} \neq \emptyset$). Будем считать, что его выбор будет выполняться в соответствии с описанной выше моделью принятия решений.

Обозначим через $g_a = P_i(S) = \text{Arg max}(E\varphi_i(o_i, u_i))$ максимально возможный выигрыш агента, если тот будет трудиться под управлением данного центра, соглашаясь с условиями $w(y)$. Здесь i – индекс агента. Чтобы g_a достигал максимума на некотором множестве \hat{O} ($w \in O$), будем предполагать, что O замкнуто, $E\varphi_i(o_i, u_i)$ – монотонно возрастающая непрерывная функция, множество $\hat{O} = \{o_i\}$ не пусто и ограничено при некотором χ_0 . Кроме того, будем считать, что функция удельной ценности по результату $E\varphi_i(\bullet)$ полунепрерывна снизу, а функция удельной ценности по эффективности затрат $EE_i(\bullet)$ полунепрерывна сверху. Эти предположения не противоречат экономическому смыслу O , $E\varphi_i(\bullet)$ и $EE_i(\bullet)$.

Одной из возможных альтернатив поведения агента будет переход к другому центру. В этом случае он будет формировать обобщенную оценку χ_0 возможного максимального выигрыша у нового центра на основе своего личного опыта и полученной информации.

Пусть $\hat{\chi}_0$ – оценка максимального выигрыша, который агент мог бы получить у других центров. Тогда, если $g(a) < \hat{\chi}_0$, то агент выберет $o(w) = 0$, то есть он примет решение о переходе к другому центру.

При $g_a \geq \hat{\chi}_0$ поведение агента зависит от его информированности о выигрышах центра. Пусть такая информированность у агента отсутствует. В этом случае если агент принимает условия w , то его выигрыш будет $g_a \geq \hat{\chi}_0$. В этом случае агент не будет делать попыток к сообщению информации об известных ему технологических резервах, и центр вынужден будет при назначении плана агенту использовать статистические оценки его возможностей по результатам прошлых периодов. Если агент не примет эти условия и будет требовать более выгодных условий, то возможны две альтернативы: 1) центр сделает такое предложение в обмен за раскрытие резервов (выигрыш агента возрастет); 2) центр не сделает его, тогда агент должен перейти к другому центру с выигрышем $g_a \leq \hat{\chi}_0$. Но поскольку агент не уверен, что центр выберет первую альтернативу, то в случае отказа агент в лучшем случае может рассчитывать на выигрыш $g(a)$ при условии перехода к другому центру. Следовательно, возможными стратегиями в условии отсутствия у агента сведений о выигрыше центра будут $o(w) \in O^o(w)$ при $g_a \geq \hat{\chi}_0$, $o(w) = 0$ при $g_a < \hat{\chi}_0$.

При отсутствии у агента информации о выигрыше центра при $g_a \geq \hat{\chi}_0$ его поведение будет описываться соотношениями $s_i \in S_i, c_i \in C_i(I_i^i), I_i^i \subseteq M, o(w) \in \hat{O}, \chi(E\varphi_i) \geq \chi_0$.

Полученный результат показывает условия возникновения положительного эмоционального переживания агента при мотивационном управлении центра.

3 АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ АГЕНТОМ СОГЛАСОВАННОЙ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ

Агент, обладая более детализированной информацией, может при создании центром более привлекательных условий u_k путем решения задачи выбора определять для себя такой вектор $x_k^{(h)}$, который позволяет расширить множество $X_k^{(h)}$ представлений центра о его возможностях, h – шаг итерационного процесса [7].

Обозначим через $\omega_k = \{\omega_k^{(h)}, h = \overline{1, H}\} \in A_k$ – вектор параметров состояния, определяющий значения вектора действий $x_k^{(h)} = \{x_{kj}^{(h)}, j \in \overline{1, m_k}\} \in X_k^{(h)}$. Можно считать, что этот вектор описывает знание агентом возможностей контролируемого им объекта управления. Здесь A_k – множество возможных значений вектора состояния. Будем считать, что агент обладает способностями, знаниями, которые гарантируют существование $\Psi_k : A_k \rightarrow X_k^{(h)}$. Конструктивные возможности предметной области и доступный агенту уровень знаний делают справедливым предположение о существовании для k -го агента предельного множества параметров состояния. Обозначим через $O_k^* = \{o_k^* \mid o_k(x_k), x_k \in X_k^{(h)}(\omega_k^{(h)}), \omega_k^{(h)} \in A_k\}$ – множество достижимости или множество предельных возможностей.

Будем предполагать, что агент за счет своих креативных способностей, способности к самообучению и поиску новой информации при соответствующем стимулирующем воздействии центра способен определять такие состояния $\omega_k^{(1)} \in A_k$ и $\omega_k^{(2)} \in A_k$, что возможно $\omega_k^{(2)} \succ \omega_k^{(1)}$, где символ \succ означает «более значимо» и при этом $X_k^{(1)}(\omega_k^{(1)}) \subseteq X_k^{(2)}(\omega_k^{(2)})$. Следовательно, существует такая последовательность $\omega_k^{(1)}, \omega_k^{(2)}, \omega_k^{(3)}, \dots$, что $\lim_{h \rightarrow \infty} o_k^{(h)}(x_k^{(h)}(\omega_k^{(h)})) = o_k^*$. То есть агент путем изучения объекта управления способен определить его предельные возможности для достижения желаемого для себя состояния. Последовательность $\omega_k^{(1)}, \omega_k^{(2)}, \omega_k^{(3)}, \dots$ будем называть последовательностью вскрытия резервов агентом. Такая способность агента формировать расширяющееся множество способов действия позволяет определить следующие свойства целевой функции агента и областей достижимости:

$$\forall \omega_k^{(1)}, \omega_k^{(2)} \in A_k, \omega_k^{(2)} \succ \omega_k^{(1)}, \\ X_k^{(1)}(\omega_k^{(1)}) \subseteq X_k^{(2)}(\omega_k^{(2)}) \mapsto E\varphi_k(x_k^{(2)}) > E\varphi_k(x_k^{(1)}).$$

Это условие означает, что поведение агента при выполнении принципа рациональности соответствует закону повышающихся потребностей, который определяет мотивированность и целеустремленность агента. В реальных условиях агент при превышении некоторого порога значимости $\Delta = E\varphi_k(x_k^{(2)}) - E\varphi_k(x_k^{(1)})$ изменения ценности ситуации целеустремленного состояния по результату способен идентифицировать предпочтительные способы действия и видит открывающиеся возможности при изменении структуры своей информированности (знания).

Выработка решения при таком подходе заключается в реализации совокупности последовательных процедур, предназначенных для поиска промежуточных решений, на основании которых агент уточняет свои возможности и формирует окончательное решение. Полный цикл его формирования k -м агентом состоит в выполнении следующих шагов на этапе h :

1. Формирование множеств A_k и $X_k^{(h)}$ на основе знаний, опыта, интуиции и располагаемой информации о параметрах состояния $\omega_k^{(h)}$. Просмотр множества A_k и формирование точки

$$O_k^{(h)*} = \{o_k^{(h)*} \mid o_k^{(h)*}(x_k^{(h)}), x_k^{(h)} \in X_k^{(h)}(\omega_k^{(h)}), \omega_k^{(h)} \in A_k\}.$$

Проверка, существует ли $x_k^{(h)*}$ такое, что $o_k^{(h)}(x_k^{(h)*}) = o_k^{(h)*}$. Если – да, то $x_k^{(h)*}$ – это компромиссное решение, а $o_k^{(h)*}$ – прогнозируемая ситуация, в противном случае переход к п. 2.

2. Решение задачи поиска потенциально предпочтительного набора действий $x_k^{(h)*} \in X_k^{(h)}(\omega_k^{(h)})$, позволяющего сформировать вектор $\bar{o}_k^{(h)}$ предельных значений критериев при использовании имеющегося на данный момент знания о правиле $\Psi_k^{(h)}$ и структуре множества A_k . Так как компоненты $\bar{o}_{ki}^{(h)}, i = \overline{1, N}$, порознь достижимы, а вместе нет, то делается попытка найти компромиссное решение. Если агент не согласен попытаться найти компромиссное решение за счет компенсаторных уступок по каждому критерию, которые несколько хуже решения $\bar{o}_k^{(h)}$, то переход к п. 3, иначе к п. 5.

3. Исследование направлений возможного расширения множества A_k , организация процедур поиска новой информации (знания) о $\omega_k^{(h)} \in A_k$ и правиле $\Psi_k : A_k \rightarrow X_k^{(h)}$.

4. Если расширение множества A_k возможно, то переход к п. 1, иначе фиксация ситуации, что компромиссное решение не может быть найдено при выбранном векторе $o_k^{(h)*}$.

5. Получение от агента сведений, достаточных для определения вектора $\underline{o}_k^{(h)} \prec o_k^{(h)*}$, где $\underline{o}_k^{(h)}$ – минимальные требования агента к принимаемым им во внимание результатам.

6. Выполнение процедуры поиска минимально-предпочтительной точки в пространстве критериев по направлению предпочтения $\underline{o}_k^{(h)}, o_k^{(h)*}$, определение вектора $\omega_k^{(h)*} \in A_k$ и $\underline{x}_k^{(h)*} \in X_k^{(h)}(\omega_k^{(h)*})$ – минимального значения плановых показателей, соответствующих значениям компонент вектора $\underline{o}_k^{(h)}$.

7. Если полученные значения для $\underline{x}_k^{(h)*}, o_k^{(h)*}$ принимаются как компромиссное решение, то процедура останавливается, в противном случае переход к п. 8.

8. Для ограничений на $\underline{o}_k^{(h)}$ определяется приоритетная координата $i \in [1, N_k]$, по которой делается расширение множеств A_k и $X_k^{(h)}$, так, чтобы $o_{k^i}^{(h)}(x_k^{(h)}) = o_{k^i}^{(h)} + \Delta_{k^i}^{(h)}$, где $\Delta_{k^i}^{(h)}$ – минимально возможное улучшение, которое является значимым для агента и определяется по его высказываниям о “гибкости” ограничения на основе выполнения процедур поиска дополнительной информации. Переход к п. 1.

Описанный алгоритм использует три типа механизмов, применение которых порождает интерактивный процесс для построения компромиссного решения.

Механизм анализа, с помощью которого агент в момент r обрабатывает сведения, полученные на шаге $r-1$, для построения множеств P_k и X_k с целью определения x_k, y^{o*}, w^*, z^* и формирования предварительного представления о желаемых значениях показателей $E\Phi_k(o(y^{o*}))$ и $EE_k(o(y^{o*}))$. *Механизм целеполагания* для определения по результатам анализа условий возможности достижения желательных значений $x_k, y^{o*}, w^*, z^*, E\Phi_k(o(y^{o*}))$, $EE_k(o(y^{o*}))$. *Механизм самоорганизации* для получения знаний о правилах Δ и Ψ для расширения множеств P_k, X_k и C_k .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предложенный в данной работе подход позволяет построить итерационную форму взаимодействия центра и агентов, цель которой – сформировать желательную для центра модель поведения агентов.

Полученные результаты могут быть использованы как при разработке систем поддержки принятия решений, так и в задачах моделирования мультиагентных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Новиков Д.А. Современные проблемы теории управления организационными системами // Человеческий фактор в управлении / под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М. : КомКнига, 2006. – С. 391-407.

2. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – 2-е изд. – М. : Физматлит, 2007. – 584 с.

3. Виноградов Г.П. Методы и алгоритмы принятия решений в автоматизированных системах управления производствами с непрерывной технологией на основе субъективных представлений. – Тверь : ТвГТУ, 2013. – 256 с.

4. Канеман Д., Тверски А. Рациональный выбор, ценности и фреймы // Психологический журнал. – 2003. – Т. 42. – № 4. – С. 31-42.

5. Лефевр В.А. Конфликтующие структуры. – М. : «Когито-Центр», 2003. – 158 с.

6. Цыганов В.В. Адаптивные механизмы функционирования промышленных объединений. – М. : ИПУ РАН, 2000. – 128 с.

7. Виноградов Г.П., Лазырин М.Б. Планирование поведения агентов на основе приобретенных знаний // Программные продукты и системы. – 2006. – №3. – С. 45 – 46.

8. Виноградов Г.П. Моделирование принятия решений интеллектуальным агентом // Программные продукты и системы. – 2010. – № 3. – С. 35 – 43.

REFERENCES

1. Novikov D.A. *Sovremennye problemy teorii upravleniia organizatsionnymi sistemami* [Current Problems in the Theory of Organizational System Control]. *Chelovecheskii faktor v upravlenii. pod red. N.A. Abramovoy, K.S. Ginsberga, D.A. Novikova* [Paper Collection ‘Human Factors in Control’ edited by N.A. Abramova, K.S. Ginsberg, D.A. Novikov], Moscow, KomKniga Publ., 2006, pp. 391–407.

2. Novikov D.A. *Teoriia upravleniia organizatsionnymi sistemami. 2-e izd.* [Organizational Systems Control Theory, 2nd Edition]. Moscow, Fizmatlit Publ., 2007. 584 p.

3. Vinogradov G. P. *Metody i algoritmy priniatiia reshenii v avtomatizirovannykh sistemakh upravleniia proizvodstvami s nepreryvnoi tekhnologii na osnove subektivnykh predstavlenii* [Decision-Making Methods and Algorithms in Automated Manufacturing Control Systems]. Tver, TvSTU Publ., 2013. 256 p.

4. Kahneman D., Tversky A. *Ratsionalnyi vybor, tsennosti i freimy* [Rational Choice, Values, and Frames]. *Psikhologicheskii zhurnal* [Journal of Psychology], 2003, vol. 42, no. 4, pp. 31–42

5. Lefevr V.A. *Konfliktuiushchie struktury* [Conflict Structures]. Moscow, Kogito-Tsentr Publ., 2003. 158 p.

6. Tsyganov V.V. *Adaptivnye mekhanizmy funktsionirovaniia promyshlennykh obedinenii* [Adaptive Mechanisms of Industrial Association Functioning]. Moscow, IPU RAN Publ., 2000. 128 p.

7. Vinogradov G.P., Lazyrin M.B. *Planirovanie povedeniia agentov na osnove priobretennykh znaniia* [The Planning of the Agent Execution on the Base of Empirical Knowledge]. *Programmnye produkty i sistemy* [Software Products and Systems], 2006, no. 3, pp. 45–46.

8. Vinogradov G.P. *Modelirovanie priniatiia reshenii intellektualnym agentom* [Model of Decision-Making by the Intellectual Agent]. *Programmnye produkty i sistemy* [Software Products and Systems], 2010, no. 3, pp. 35–43.