

МЕТОДОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК АГЕНТОВ В КОНЦЕПЦИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ РЕФЛЕКСИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТАДНЫМ ПОВЕДЕНИЕМ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Постановка проблемы. Основной особенностью проявления стадного поведения в экономических системах является подражание в поведении субъектов, которые в процессе принятия решений руководствуются иррациональными мотивами. Действительно, в случае отсутствия для принятия решений достаточного количества информации или отсутствия возможности ее самостоятельной обработки, решения, принимаемые агентами на предприятиях, могут основываться на наблюдаемых решениях или представлениях других агентов, что создает условия для проявлений стадного поведения. Предпосылки проявления стадного поведения на предприятиях обуславливают необходимость совершенствования механизма управления процессами проявления стадного поведения для эффективного достижения целей предприятий и обеспечения безопасности принятия решений экономическими агентами в процессе функционирования предприятий.

Проблема моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях не нова. Исследованиям процессов рефлексивного управления в экономических системах посвящены работы К. Санстейна [0], Р. Талера [0-3], Д. Канемана, А. Тверски [4], В. Лефевра [5], Д. Новикова, А. Чхартишвили [6] и др. Вопросы проявления стадного поведения в социально-экономических системах и моделирования соответствующих процессов рассмотрены в работах М. Спенса [7], Дж. Сороса [8], Р. Талера [3], В. Бреера [9, 0], Д. Новикова, А. Чхартишвили, Д. Губанова [0], М. Вороновичко [0], В. Данича [0] и др.

Однако описанию характеристик, определяющих результаты принятия решений агентов, уделено недостаточно внимания и вопросы разработки соответствующих методологий определения таких характеристик до сих пор остаются открытыми. Определение значений рефлексивных характеристик агентов в рамках моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях является одним из ключевых этапов соответствующего механизма, так как именно характеристики агентов в рамках функций рефлексивного выбора определяют результат принятия решений на предприятии.

Целью статьи является разработка методологии определения значений характеристик агентов в концепции моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях.

Результаты исследования. Выделим основные характеристики агентов управления, которые влияют на процесс принятия решений в процессе проявления стадного поведения и определяют результат применения управляющих воздействий субъектом управления.

Объектами управления в рамках механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятии выступают некоторые агенты A_i , $i = \overline{1, N}$. Состоянием объекта управления является результат принятия решения агента в момент времени t , который определяется функцией рефлексивного выбора $f_{A_i}^t$. Функция рефлексивного выбора каждого из агентов управления зависит от набора его индивидуальных характеристик $X_{A_i}^t$. Среди основных характеристик агентов управления в рамках настоящей работы выделены степень информированности агента в момент времени t , компетентность, репутация агента, склонность агента подражать в процессе принятия решений другим агентам (в частности, лидеру) и интенции агентов управления.

В рефлексивных моделях информированность агентов не является общим знанием, и агенты принимают решения на основе иерархии своих представлений, в связи с чем существенной является информированность агентов. Агент управления может принять решение подражать лидеру и/или другим агентам в случае отсутствия необходимого количества информации для принятия решения и затратности восполнения пробела в информированности. Степень информированности агента в момент времени t в рамках механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятии характеризуется параметром $\alpha_{A_i}^t$ и может изменяться с течением времени для каждого из агентов управления в зависимости от того количества информации, которое им доступно. При этом $\alpha_{A_i}^t$ может трактоваться

ваться как вероятность искажения/скрывания информации агентами в процессе взаимодействий и принятия решений.

Компетентность агента управления в момент времени t характеризуется вероятностью принятия решения согласно общепринятому алгоритму, соответствующему должностным инструкциям/компетенциям агента управления $\gamma_{A_i}^t$.

Авторитетность агента управления определяется параметром, который обозначает весомость мнения конкретного агента управления для других агентов. При этом значение $\beta_{A_i} = 0$ определяет агента, чье мнение другими агентами полностью игнорируется, а значение $\beta_{A_i} = 1$ определяет беспрекословного агента-лидера, чье мнение является эталоном для подражания другими агентами, если они склонны к подражанию.

Склонность подражать в рамках механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятии определяется вероятностью того, что агент управления в процессе принятия некоторого решения выберет альтернативу, подобно другим агентам управления и/или лидеру (авторитетному агенту). Таким образом, склонность подражать выражается параметром $\omega_{A_i} \in [0; 1]$ – вероятностью принятия решения агентом управления подобно другим агентам/лидеру.

Интенции – собственные предпочтения, субъективные склонности агента управления в процессе принятия решения. Интенции определяют намерения агента сделать выбор в пользу одной из альтернатив в процессе принятия решения. Агент управления может принять решение подражать лидеру и/или другим агентам в случае наличия у агентов личных направленностей (интенций), которые характеризуются как недостаточное желание агента принимать самостоятельные решения. Последняя ситуация может возникнуть вследствие различных причин, например, при недостаточной заинтересованности агента в принятии решения, недостаточной мотивированности, желании не отличаться от толпы и т.д. Интенции агентов управления в рамках настоящей работы будем оценивать с использованием ценности того или иного решения для конкретного агента управления $v_{A_i}^t$ в момент времени t .

Определение значений характеристик агентов будем производить по направлениям выявления соответствующих параметров в рамках моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях методом анкетирования. Для этого изначально составляются анкеты соответственно пяти направлениям для выявления:

$\alpha_{A_i}^t$ – степени информированности агентов в момент времени t ;

$\gamma_{A_i}^t$ – компетентности агента управления в момент времени t ;

β_{A_i} – авторитетности агента управления;

ω_{A_i} – склонности подражать;

$v_{A_i}^t$ – оценки интенций (ценности того или иного решения для конкретного агента управления) в момент времени t ;

Пусть по каждому из направлений анкета может содержать $k = 1, \overline{K}$ вопросов, каждый из которых содержит перечень возможных ответов $l = \overline{1, L}$. При этом, ответы на вопросы анкеты должны быть сформированы таким образом, чтобы варианты ответов на них респондентами (агентами) по мере нисхождения уменьшали значение степени той или иной характеристики. Ответы на вопросы должны быть сформулированы вариативно и однозначно, чтобы респондент мог выбрать один из перечисленных вариантов. Для составления вопросов по направлениям выявления рефлексивных характеристик могут быть использованы, например, исследования известного британского психолога Р. Кеттелла [0–0] и компетентностные тесты Д. Маклеланда [0]. Кроме того, каждому из вариантов ответов ставим в соответствие лингвистический терм, который характеризует степень приближения значения той или иной характеристики ее к максимально возможному значению. Для формализации степени такой принадлежности и дальнейшего использования в рамках механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях используем теорию нечетких множеств Л. Заде [0], которая широко используется исследователями для решения разных типов задач интеллектуальной обработки данных с использованием лингвистических переменных и качественных характеристик объектов исследования. Л. Заде расширил классическое понятие множества, допустив, что характеристическая функция (функцией принадлежности для нечеткого множества) может принимать любые значения в интервале $[0; 1]$.

При этом под нечетким множеством A , например, степени информированности агентов в момент времени t , будем понимать совокупность упорядоченных пар, составленных из элементов $x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl}$ универсального множества $X_{\alpha_{A_i}^t}$ и соответствующих степеней принадлежности $\mu(x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl})$:

$$A = \left\{ x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl}, \mu(x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl}) \mid x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl} \in X_{\alpha_{A_i}^t} \right\},$$

причем $\mu(x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl})$ – функция принадлежности (обобщение понятия характеристической функции обычных четких множеств), указывающая, в какой сте-

пени (мере) элемент $x_{\alpha_i}^{kl}$ принадлежит нечёткому множеству A или в терминах механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях функция принадлежности выражает на сколько информирован агент A_i в момент времени t . Функция $\mu(x_{\alpha_i}^{kl})$ принимает значения в некотором линейно упорядоченном множестве $M_A = \overline{1, \dots, K_A}$. Множество M_A называют множеством принадлежностей, часто в качестве M_A выбирается отрезок $[0; 1]$. Если $M_A = \{0, 1\}$, то есть состоит только из двух элементов, то нечёткое множество может рассматриваться как обычное чёткое множество. Выбор функций принадлежности в зависимости от решаемой задачи подробно описан в работе [0].

Аналогично будут сформированы нечеткие множества для каждой из других выделенных рефлексивных характеристик агентов в рамках механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях.

В связи с тем, что теория нечётких множеств в определённом смысле сводится к теории вероятностей [19], значение функции принадлежности рассматривать как вероятность накрытия элемента, например $x_{v_{A_i}}^{kl}$, некоторым случайным множеством.

Тогда, с точки зрения механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях $x_{v_{A_i}}^{kl}$ можно трактовать как вероятность того, что в момент времени t агент A_i совершит выбор некоторого решения.

После получения результатов выявления рефлексивных характеристик агентов для определения степени информированности, компетентности, ценности того или иного решения для конкретного агента в момент времени t , авторитетности агентов и склонности к подражанию, сформированные нечеткие множества необходимо сгруппировать и обработать таким образом, чтобы можно было определить численные значения указанных параметров для каждого из агентов. Таким образом, на следующем этапе механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях необходимым становится решение задачи классификации полученных нечетких значений рефлексивных характеристик по соответствующим направлениям анализа процесса принятия решений. Следует отметить, что целью такой классификации будет не только численное определение рефлексивных характеристик агентов, но и выявление потенциального круга агентов, на которых будут направлены управляющие воздействия механизма рефлексивного управления стадным поведением.

Задача классификации образов относится к классической задаче машинного обучения и имеет огромное прикладное значение. В настоящее время существует большой спектр методов, позволяющих классифицировать объекты различной природы, среди которых различные методы кластерного анализа, методы классификации k -ближайших соседей и байесовских сетей, классификация на основе деревьев решений, нейронных сетей, опорных векторов и т.д. [0–0].

Решаемая задача в рамках настоящего исследования определена необходимостью обработки достаточно большого количества данных анкетирования, наличием нечеткого набора данных, отсутствием обучающей выборки. В связи с этим, актуальным для ее решения является использование машинной обработки данных и алгоритма, который не требует предварительного обучения по примерам, в которых указано какой образ к какому классу относится. В работах [0–0] обоснована актуальность решения подобных задач обработки нечетких данных с использованием методов нейронных сетей, в частности самоорганизующихся карт Кохонена [0–29].

Таким образом, для определения значений рефлексивных характеристик по направлениям определения степени информированности агентов, компетентности, авторитетности, склонности подражать и интенциональной направленности будем использовать нейронную сеть Кохонена. При этом, на входы нейронной сети будем подавать нечеткие множества – результаты анкетирования агентов. Так, например, результаты анкетирования i -го агента A_i по его информированности $\alpha_{A_i}^t$ в момент времени t будет определен ответом $x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl*}$, где параметром l^* будет выбранный агентом ответ из перечня вариантов L на вопрос k . В таком случае, совокупность нечетких множеств результатов анкетирования агентов обозначим $A^*, Y^*, B^*, \Omega^*, I^*$.

На каждый нейрон слоя Кохонена поступает информация относительно объекта исследования в виде вектора x , состоящий из множеств полученных в результате анкетирования исследуемых агентов

$$A^* = \left\{ x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl}, \mu(x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl}) \mid x_{\alpha_{A_i}^t}^{kl*} \in X_{\alpha_{A_i}^t} \right\}, k = \overline{1, K}.$$

При поступлении на входной слой сети нового вектора данных все нейроны карты самоорганизации участвуют в соревновании за право быть победителем. В результате такого соревнования победителем становится тот нейрон, который больше других похож на вектор входных данных. Мера сходства вектора данных к каждому нейрону может быть определена расчетом сумматора этого нейрона путем добавления произведений значений объясняющих показателей исследуемых объектов (элемен-

тов вектора входных данных) на соответствующие веса межнейронных связей.

Результатом процесса настройки будет расчет параметров нейронов слоя Кохонена, которые будут отвечать различным примерам из обучающей выборки. Таким образом, осуществляется самоорганизация структуры карты Кохонена, которая получает способность сочетать в кластеры многомерные векторы данных путем обнаружения в них похожих статистических характеристик. В результате начальное пространство большой размерности проецируется на двумерную карту. Так, отображение многомерных исходных данных методом самоорганизации Кохонена в виде плоской карты позволяет наглядно классифицировать данные. Поскольку карты самоорганизации характеризуются свойством обобщения, то они могут распознавать входные примеры, на которых раньше не настраивались – новый вектор входных данных соотносится с тем элементом карты, на который он отображается.

Этот тип нейронных сетей можно применять даже для работы с входными векторами, в которых данных не хватает или они зашумлены. Такое свойство позволяет использовать карты Кохонена с целью эффективного распознавания или воспроизведения отсутствующих данных, а также для усиления сигналов, что особенно важно в рамках механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях, так как результаты анкетирования агентов могут содержать ответы не на все вопросы.

Также, особенностью самоорганизующихся карт Кохонена является то, что при подаче новых данных для кластеризации могут меняться границы классов, и, соответственно, результаты классификации и интерпретация значений. Однако, учитывая тот факт, что исходные данные для классификации характеристик агентов в рамках механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях подаются в нечетком виде, их функции принадлежности определяют указанные параметры множествами, содержащими в основном не более 5 значений и они могут принимать строго определенные значения, указанный недостаток карт самоорганизации Кохонена не будет отражаться на результатах оценки характеристик агентов.

Важным прикладным значением интерпретации результатов кластеризации SOM Кохонена является возможность получения как представителей конкретных классов, так и средних значений характеристик представителей классов, которые определяются весовыми коэффициентами нейронов сети и представляют центры кластеров. Далее значениям соответствующих рефлексивных характеристик каждого из агентов в полученных кластерах после обработки нейронной сетью присвоим значения параметров нейрона, определяющего центр кластера.

Таким образом, в результате классификации входных векторов данных по направлениям определения значений рефлексивных характеристик агентов получим типичные значения искомых параметров для агентов-представителей того или иного класса.

Так, в результате обработки нейронной сетью входных данных анкетирования агентов по направлению определения степени информированности агентов получим множество значений параметров $\overline{A} = \{\alpha'_{A_i}\}, i = \overline{1, N}$. В связи с тем, что нечеткие множества Заде рассматривают функции принадлежности параметров как вероятность накрытия элемента, например $x_{\alpha'_{A_i}}^{kl}$, некоторым случайным множеством, и ранее было определено, что с точки зрения механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях параметры $x_{\alpha'_{A_i}}^{kl}$ будем трактовать как вероятность того, что в момент времени t агент A_i полностью информирован об области принимаемого решения значением α'_{A_i} , перевод полученных значений в начальную метрику лингвистических параметров не представляется необходимым.

Аналогично рассмотренному примеру классификации с помощью самоорганизующихся карт Кохонена после обработки результатов анкетирования по направлениям определения компетентности, авторитетности, склонности к подражанию и интенциональных направленностей агентов получим множества:

$$\overline{I} = \{\gamma'_{A_i}\}, i = \overline{1, N} - \text{множества значений, определяющих компетентность агентов управления в момент времени } t;$$

определяющих компетентность агентов управления в момент времени t ;

$$\overline{B} = \{\beta'_{A_i}\}, i = \overline{1, N} - \text{множества значений, определяющих авторитетность агентов управления};$$

определяющих авторитетность агентов управления;

$$\overline{Q} = \{\omega'_{A_i}\}, i = \overline{1, N} - \text{множества значений, определяющих склонность к подражанию агентов};$$

определяющих склонность к подражанию агентов;

$$\overline{V} = \{\nu'_{A_i}\}, i = \overline{1, N} - \text{с точки зрения механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях}$$

на предприятиях $x_{\nu'_{A_i}}^{kl}$ можно трактовать как интенциональную направленность совершить выбор конкретного решения для конкретного агента A_i или как вероятность того, что в момент времени t агент A_i готов совершить выбор некоторого решения.

Последовательность основных этапов определения значений характеристик агентов в рамках концепции моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях представлена на рисунке.

Полученные значения рефлексивных характеристик агентов могут быть использованы далее в рамках соответствующего механизма для получения результатов принятия решений агентами с использованием функций рефлексивного выбора.

Выводы. Таким образом, в статье предложена общая методология определения значений рефлексивных характеристик агентов в рамках моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях. Выделены основные рефлексивные составляющие процесса приня-

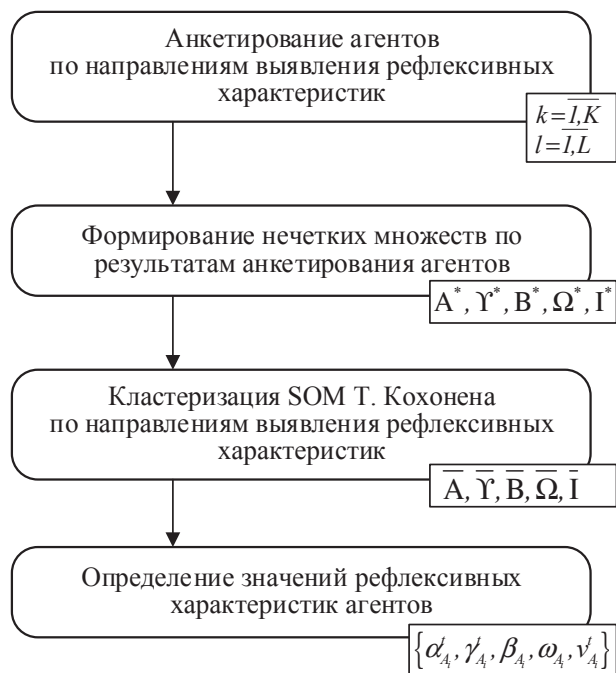


Рисунок. Общая схема определения значений рефлексивных характеристик агентов в рамках моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях

тия решений экономическими субъектами: информированность агентов управления относительно области принимаемого решения; компетентность экономических субъектов; авторитетность (репутация) агента управления; склонность агентов управления к подражанию; интенциональная направленность экономических субъектов. Сделаны выводы о необходимости учета приведенных характеристик в построении моделей механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях.

Определение значений рефлексивных характеристик агентов предложено производить на предприятиях по анкетам, составленным соответственно пяти направлениям выявления: степени информированности, компетентности, авторитетности агента, его склонности к подражанию и интенциональной направленности. Для составления вопросов анкет по

направлениям выявления рефлексивных характеристик предложено использование исследования известного британского психолога Р. Кеттела и компетентностные тесты Д. Маклеланда.

Для определения значений рефлексивных характеристик агентов по результатам анкетирования предложено формирование нечетких множеств в рамках теории Л. Заде в рамках механизма рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях. После получения результатов выявления рефлексивных характеристик агентов для определения численных значений степени информированности, компетентности, ценности того или иного решения для конкретного агента, авторитетности агентов и склонности к подражанию, сформированные нечеткие множества предложено разбиение агентов на группы нейронной сетью самоорганизации Т. Кохонена, входами которой определены нечеткие множества – результаты анкетирования агентов. Целью такой классификации является не только численное определение рефлексивных характеристик агентов, но и выявление потенциального круга агентов, на которых будут направлены управляющие воздействия механизма рефлексивного управления стадным поведением.

Важным прикладным значением интерпретации результатов кластеризации SOM Кохонена является возможность получения как представителей конкретных классов, так и средних значений характеристик представителей классов, которые определяются весовыми коэффициентами нейронов сети и представляют центры кластеров. Значениям соответствующих рефлексивных характеристик каждого из агентов в полученных кластерах после обработки нейронной сетью предложено присваивать значения параметров нейрона, определяющего центр кластера. Таким образом, в результате классификации входных векторов данных по направлениям определения значений рефлексивных характеристик агентов получают типичные значения искомых параметров для агентов-представителей классов. Полученные в результате применения методологии определения значений рефлексивных характеристик агентов в рамках моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях значения рефлексивных характеристик агентов используются в рамках соответствующего механизма для получения результатов принятия решений агентами с использованием функций рефлексивного выбора.

Перспективным направлением исследования является разработка методологии рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях на основе полученных рефлексивных характеристик агентов управления.

Литература

1. Талер Р., Санстейн К. *Nudge: Архитектура выбора. Как улучшить наши решения о здоровье, благосостоянии и счастье.* Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2017. 240 с.
2. Талер Р. Новая поведенческая экономика. Почему люди нарушают правила традиционной экономики и как на этом заработать. Москва: Изд-во «Э», 2017. 368 с.
3. Thaler R. H., Sunstein C. R. *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness.* Penguin, 2009. 306 p.
4. Kahneman D., Tversky A. Prospect theory: an analysis of decisions under risk. *Econometrica*. 1979. Vol. 47. P. 263–291.
5. Лефевр В. А., Смолян Г. Л. Алгебра конфликта. Москва: Книга по Требованию, 2012. 50 с.
6. Новиков Д. А., Чхартисвили А. Г. Рефлексия и управление: математические модели. Москва: Издательство физико-математической литературы, 2013. 412 с.
7. Spence M. Market Signalling: Information Transfer in Hiring and Related Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press. 1973. 224 p.
8. Soros G. The new paradigm for financial markets: The credit crisis of 2008 and what it means. Philadelphia: Public Affairs, 2008. 208 p.
9. Бреер В. В. Модели конформного поведения. Ч. 1. От философии к математическим моделям. *Control Sciences*. 2014. № 1. С. 2–13.
10. Бреер В. В. Модели конформного поведения. Ч. 2. Математические модели. *Control Sciences*. 2014. № 2. С. 2–17.
11. Губанов Д. А., Новиков Д. А., Чхартисвили А. Г. Модели влияния в социальных сетях. *Управление большими системами: сборник трудов*. 2009. № 27. Р. 205–281.
12. Вороновицкий М. М. Модель стадного поведения клиентов банка. *Экономика и математические методы*. 2013. № 49 (1). С. 73–87.
13. Даніч В. М. Моделювання динаміки менталітету суб'єкта масових комунікацій. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна, серія «Економічна»*. 2019. Вип. 96. С. 15–23.
14. Cattell R. B. The meaning and strategic use of factor analysis. *Handbook of Multivariate Experimental Psychology*. New York: Plenum, 1988. P. 131–203.
15. Boyle G. J., Saklofske D. H., Matthews G. (Eds.) Measures of Personality and Social Psychological Constructs (Ch. 8). Amsterdam: Elsevier/Academic, 2015. 824 p.
16. Gregory J., Boyle, Lazar Stankov, Nicholas G. Martin, K.V. Petrides, Michael W. Eysenck, Generos Ortet, Hans J. Eysenck and Raymond B. Cattell on intelligence and personality. *Personality and Individual Differences*. 2016. № 103. P. 40–47. doi: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.04.029>.
17. McClelland D. C. Chapter 27: Where Do We Stand on Assessing Competencies? *Counterpoints*. 2001. № 166. P. 479–489.
18. Zadeh L. A. Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965. № 8(3). P. 338–353.
19. Кофман А., Хил А. Х. Введение в теорию нечетких множеств в управлении предприятием. Минск: Высшая школа, 1992. 224 с.
20. Жангиров Т. Р., Перков А. С., Иванова С. А., Лисс А. А., Григорьева Н. Ю., Чистякова Л. В. Сравнение эффективности решения задачи классификации методами линейного дискриминантного анализа и искусственных нейронных сетей. *Известия СПбГЭТУ ЛЭТИ*. 2019. № 5. С. 64–73.
21. Коськин А. В., Митин А. А., Артёмов А. В. Группы задач, классификация методов интеллектуального анализа данных и их сравнительный анализ. *Современные технологии в мировом научном пространстве*. 2019. С. 52–57.
22. Татур М. М., Одинец Д. Н. О Систематизации методов классификации данных и знаний. *Информатика*. 2010. № 3(27). С. 103–113.
23. Kaski S. Self-Organizing Maps. Sammut C., Webb G. I. (eds) *Encyclopedia of Machine Learning*. Boston, MA: Springer. 2011. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8>.
24. Suthaharan S. Machine Learning Models and Algorithms for Big Data Classification. Integrated Series in Information Systems 36. New York: Springer Science+Business Media, 2016. 359 p.
25. Лабинский А. Ю. Использование нечеткой логики в решении задач классификации. *Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России*. 2018. № 3. С. 46–53. doi: 10.24411/2218-130X-2018-00048.
26. Меркулова Т. В., Кононова Е. Ю. Нейросетевой подход к моделированию поведения: анализ результатов эксперимента «Общественное благо». *Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці*. 2015. № 4. С. 113–134.
27. Годяев А. А., Гиглаев А. В., Цуканова Н. И. Программа построения самоорганизующихся карт Кохонена при категориальных и смешанных данных. *Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета*. 2017. № 61. С. 78–87.
28. Бодянский Е. В., Дейнеко А. А., Заика А. А., Куценко Я. В. Нечеткая кластеризация потоков данных с помощью ЕМалгоритма на основе самообучения по Т. Кохонену. *Прикладная радиоэлектроника*. 2016. № 15(1). С. 80–83.
29. Roy D. K., Pandey H. M. A New Clustering Method Using an Augmentation to the Self Organizing Maps. *8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*. India, 2018. P. 739–743.

References

1. Thaler R., Sunstein K. (2017). *Nudge: The Architecture of Choice. How to improve our decisions about health, well-being and happiness.* Moscow, Mann, Ivanov and Ferber [in Russian].
2. Thaler R. (2017). *New Behavioral Economics. Why do people break the rules of the traditional economy and how to make money on it.* Moscow, «E» Publishing House [in Russian].
3. Thaler R. H., Sunstein C. R. (2009). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness.* Penguin. 306 p.
4. Kahneman D., Tversky A. (1979). Prospect theory: an analysis of decisions under risk. *Econometrica*, Vol. 47, pp. 263–291.
5. Lefevr V. A., Smolyan G. L. (2012). *Algebra konflikta [Conflict Algebra]*. Moscow, Kniga po Trebovaniyu. 50 p. [in Russian].
6. Novikov D. A., Chkhartishvili A. G. (2013). *Reflection and control: mathematical models.* Moscow, Publishing house of physical and mathematical literature [in Russian].

7. Spence M. (1973). *Market Signalling: Information Transfer in Hiring and Related Processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press. 224 p.
8. Soros G. (2008). *The new paradigm for financial markets: The credit crisis of 2008 and what it means*. Philadelphia, Public Affairs. 208 p.
9. Breuer V.V. (2014). Models of conformal behavior. Part 1. From philosophy to mathematical models. *Control sciences*, 1, pp. 2–13.
10. Breuer V.V. (2014). Models of conformal behavior. Part 2. From philosophy to mathematical models. *Control sciences*, 2, pp. 2–17.
11. Gubanov D. A., Novikov D. A., Chkhartishvili A. G. (2009). Modeli vliyaniya v sotsial'nykh setyakh [Models of influence in social networks]. *Upravleniye bol'shimi sistemami – Large Systems Management*, 27, pp. 205–281 [in Russian].
12. Voronovitskiy M. M. (2013). Model' stadnogo povedeniya kliyentov banka [Model of herd behavior of bank customers]. *Ekonomika i matematicheskiye metody – Economics and mathematical methods*, 49 (1), pp. 73–87 [in Russian].
13. Danich V.M. (2019). Modeliuvannia dynamiky mentalitetu subiekta masovykh komunikatsii [Modeling of dynamics of mentality of the subject of mass communications]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina, seriia «Ekonomichna» – Bulletin of the VN Kharkiv National University Karazina, series "Economic"*, Issue 96, pp. 15 – 23 [in Ukrainian].
14. Cattell R. B. (1988). The meaning and strategic use of factor analysis. *Handbook of Multivariate Experimental Psychology*. New York, Plenum. P. 131-203.
15. Boyle G. J., Saklofske D. H., Matthews G. (Eds.) (2015). *Measures of Personality and Social Psychological Constructs* (Ch. 8). Amsterdam, Elsevier/Academic. 824 p.
16. Gregory J. Boyle, Lazar Stankov, Nicholas G. Martin, K.V. Petrides, Michael W. Eysenck, Generos Ortet, Hans J. Eysenck and Raymond B. (2016). Cattell on intelligence and personality. *Personality and Individual Differences*, 103, pp. 40-47. doi: <https://doi.org/10.1016/j.paid.2016.04.029>.
17. McClelland D. C. (2001). Chapter 27: Where Do We Stand on Assessing Competencies? *Counterpoints*, 166, pp. 479–489.
18. Zadeh L.A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), pp. 338–353.
19. Kofman A., Hill A. Kh. (1992). Introduction to the theory of fuzzy sets in enterprise management. Minsk: Vysshaya shkola [in Russian].
20. Zhangirov T.R., Perkov A.S., Ivanova S.A., Liss A.A., Grigoryeva N. Yu., Chistyakova L.V. (2019). Comparison of the effectiveness of solving the classification problem by methods of linear discriminant analysis and artificial neural networks. *Izvestiya SPbGETU LETI*, 5, pp. 64–73 [in Russian].
21. Kos'kin A. V., Mitin A.A., Artomov A.V. (2019). Gruppy zadach, klassifikatsiya metodov intellektual'nogo analiza dannykh i ikh sravnitel'nyy analiz [Task groups, classification of data mining methods and their comparative analysis]. *Sovremennyye tekhnologii v mirovom nauchnom prostranstve – Modern technologies in the global scientific space*, pp. 52–57 [in Russian].
22. Tatur M. M., Odinets D. N. (2010). O Sistematizatsii metodov klassifikatsii dannykh i znaniy [On the Systematization of methods for classifying data and knowledge]. *Informatika – Informatics*, 3(27), pp. 103–113 [in Russian].
23. Kaski S. (2011). Self-Organizing Maps. *Sammut C., Webb G.I. (eds) Encyclopedia of Machine Learning*. Boston, MA: Springer. doi: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-30164-8>
24. Suthaharan S. (2016). *Machine Learning Models and Algorithms for Big Data Classification. Integrated Series in Information Systems 36*. New York: Springer Science+Business Mrdia. 359 p.
25. Labinskiy A. YU. (2018). Ispol'zovaniye nechetkoy logiki v reshenii zadach klassifikatsii [Use of fuzzy logic in solving classification problems]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta Gosudarstvennoy protivopozharnoy sluzhby MCHS Rossii – Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service EMERCOM of Russia*, 3, pp. 46-53. doi: [10.24411/2218-130X-2018-00048](https://doi.org/10.24411/2218-130X-2018-00048) [in Russian].
26. Merkulova T. V., Kononova Ye. YU. (2015). Neyrosetevoy podkhod k modelirovaniyu povedeniya: analiz rezul'tatov eksperimenta «Obschestvennoye blago» [Neural network approach to modeling behavior: analysis of the results of the “Public Good” experiment]. *Neiro-nechitki tekhnologii modelirovaniya v ekonomitsi – Neuro-fuzzy modeling technologies in economics*, 4, pp. 113–134 [in Russian].
27. Godyayev A. A., Gigolayev A. V., Tsukanova N. I. (2017). Programma postroyeniya samoorganizuyushchikhsya kart Kokhonena pri kategorial'nykh i smeshannykh dannykh [Program for constructing self-organizing Kohonen maps with categorical and mixed data]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the Ryazan State Radio Engineering University*, 61, pp. 78–87 [in Russian].
28. Bodyanskiy Ye. V., Deyneko A. A., Zaika A. A., Kutsenko YA. V. (2016). Nechetkaya klasterizatsiya potokov dannykh s pomoshch'yu YEMalgoritma na osnove samoobucheniya po T. Kokhonenu [Fuzzy clustering of data streams using the EMalgorithm based on self-learning according to T. Kohonen]. *Prikladnaya radioelektronika – Applied Electronics*, 15(1), pp. 80–83 [in Russian].
29. Roy D. K., Pandey H. M. (2018). A New Clustering Method Using an Augmentation to the Self Organizing Maps. *8th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*. India. P. 739-743.

Турлакова С. С. Методологія визначення значень характеристик агентів в концепції моделювання процесів рефлексивного управління стадною поведінкою на підприємствах

Виділено основні рефлексивні складові процесу прийняття рішень економічними агентами в рамках моделювання процесів рефлексивного управління стадною поведінкою: інформованість агентів управ-

ління щодо області прийнятого рішення; компетентність економічних суб'єктів; авторитетність; схильність агентів управління до наслідування; інтенціональна спрямованість. На основі методів анкетування, теорії нечітких множин Л. Заде і нейромережевого моделювання запропоновано загальну методологію визначення значень рефлексивних характеристик агентів. Представлено послідовність основних етапів визначення значень характеристик агентів в рамках концепції моделювання процесів рефлексивного управління стадною поведінкою на підприємствах. Окреслено перспективні напрямки досліджень.

Ключові слова: методологія, характеристики агента, моделювання, рефлексивне управління, стадна поведінка, підприємство.

Turlakova S. Methodology for Determining the Values of the Characteristics of Agents in the Concept of Modeling Processes of Reflexive Management of Herd Behavior at Enterprises

The main reflexive components of the decision-making process by economic agents in the framework of modeling processes of reflexive management of herd behavior at enterprises are identified: awareness of management agents regarding the area of decision-making; competence of economic entities; authority of the management agent; propensity of management agents to imitate; intentional orientation. Based on questionnaire methods, the theory of fuzzy sets of L. Zadeh and neural network modeling, a general methodology for determining the values of the reflexive characteristics of agents is proposed. The sequence of the main stages of determining the values of

the characteristics of agents within the framework of the concept of modeling processes of reflexive management of herd behavior at enterprises is presented. Promising areas of research are outlined.

Keywords: methodology, characteristics of agents, modeling, reflexive management, herd behavior, enterprise.

Турлакова С. С. Методология определения значений характеристик агентов в концепции моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях

Выделены основные рефлексивные составляющие процесса принятия решений экономическими агентами в рамках моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением: информированность агентов управления относительно области принимаемого решения; компетентность экономических субъектов; авторитетность агента управления; склонность агентов управления к подражанию; интенциональная направленность. На основе методов анкетирования, теории нечетких множеств Л. Заде и нейросетевого моделирования предложена общая методология определения значений рефлексивных характеристик агентов. Представлена последовательность основных этапов определения значений характеристик агентов в рамках концепции моделирования процессов рефлексивного управления стадным поведением на предприятиях. Намечены перспективные направления исследований.

Ключевые слова: методология, характеристики агента, моделирование, рефлексивное управление, стадное поведение, предприятие.

Стаття надійшла до редакції 31.01.2020

Прийнято до друку 20.02.2020