

Теоретико-игровая модель целенаправленного субъективно рационального выбора

Виноградов Г.П.¹, Кирсанова Н.В.², Фомина Е.Е.³
Тверской государственный технический университет
170023, Тверь, ул. Маршала Конева, 12, Россия
¹wgp272ng@mail.ru, ²lena_tver@inbox.ru, ³ipm-tstu@mail.ru

Аннотация: В работе рассматривается одна из проблем теории выбора: как и почему индивидуальность субъекта выбора приводит к деформациям рационального выбора. Показано, что закономерности отхода субъекта от «идеального» рационального выбора к субъективно рациональному связаны с особенностями идентификации и понимания состояния внешнего окружения, характеризуемого набором так называемых «внешних» факторов, и свойств своих интересов (внутренние факторы). Внешние факторы связаны также с обязательствами, которые принимает на себя агент. Внутренние факторы отражают интересы субъекта, индуцируемые его потребностями и этической системой, которой он придерживается. Развиваемые положения в работе основаны на том, что выбор субъектом осуществляется на основе представлений о ситуации целеустремленного состояния, которые отражают различные аспекты понимания субъектом ситуации целеустремленного состояния и образуют информационную структуру представлений, как множество возможных вариантов представлений; оценки удовлетворенности текущей ситуацией целеустремленного состояния субъектом приводят к изменению структуры интересов субъекта, и он может ее выбирать. Показано, что агент при принятии решений использует три множества альтернатив: управляющие, структурные и идентификации. Это предполагает существование трех виртуальных сторон, осуществляющих выбор соответствующих альтернатив. Правила выбора таких альтернатив в зависимости от понимания субъектом обстановки и структуры своих интересов формируются путем нахождения компромисса между стремлением к достижению максимальной ожидаемой удельной ценности по результату и минимизации потерь от неверных представлений с учетом их взаимной зависимости. В этом смысле проблема моделирования выбора приобретает игровое содержание.

Ключевые слова: рефлексивное управление, модель, принятие решений, компромисс.

Введение

Поведение неразрывно связано с принятием решений. В изучении и моделировании процессов формирования решений большое значение имеют понятия целенаправленная и целеустремленная системы. Их интерпретация и смысл, вкладываемый в них, должны быть связаны с явлениями познания, самопознания и самооценки. Интерес к этим понятиям связан с работами по информационному управлению поведением естественных и искусственных существ (далее агентов) в организационных и технических системах [1, 2].

Определим в соответствии с [3] информационное управление как некоторое воздействие путем передачи данных, учитываемых субъектом (агентом) при формировании им субъективной модели реальности, цель которого – склонить агента к принятию решения, выгодного контролирующей стороне. Реализация

Теоретико-игровая модель целенаправленного субъективно рационального выбора

такого управления станет возможной только тогда, когда будут созданы реалистичные модели принятия решений агентом, у которого есть внутренние образы себя и воздействующей на него стороны, и которые учитывают его понимание ситуации выбора [3-5].

Поведение агентов на основе формальных моделей исследуется в теории агентов, теории принятия решений, поведенческой робототехнике (термин введен в работе [6]), в теории искусственного интеллекта и ряда других направлений [6, 7-9]. Поставлена и решается задача разработки системы адаптивного управления автономной искусственной сущности [7, 8].

Формальная теория выбора [10] развивалась путем абстрагирования от субъективных факторов, что привело к созданию нормативной теории принятия решений «идеальным» субъектом. Как результат агент рассматривается как «не-что», реагирующее на стимулы, а сам процесс принятия решений является неконтролируемым фактором. Известно, что решение интеллектуальный агент принимает на основе модели представлений о ситуации выбора. В модель поведения искусственной сущности она *вкладывается* разработчиком в символической форме. На ее основе агент формирует решение в соответствии с встроенным механизмом рассуждений. Это существенно ограничивает возможности моделирования поведения интеллектуального агента на основе результатов перечисленных направлений, так как, по сути, в этом случае реализуется нормативный подход к принятию решений.

Логика развития проблемы выбора привела к необходимости изучения, как и почему в реальных условиях происходит «отход» субъекта от нормативной рациональности [10-12], то есть развитие теории принятия решений в настоящее время направлено на решение комплекса проблем, концентрирующихся вокруг феномена субъективного выбора [6]. Однако, несмотря на обилие работ в данном направлении [см. обзор 13], проблема остается актуальной. Отметим, что еще в 1670 г. Б. Паскаль высказал идею ожидаемой ценности от принятия решения (ПР): на множестве действий, каждое из которых может дать несколько решений с различными вероятностями, рациональная процедура должна идентифицировать все возможные результаты, определять их ценности (положительные или отрицательные) и вероятности их появления, затем нужно перемножить соответствующие ценности и вероятности, сложить полученные произведения, чтобы дать в итоге «*ожидаемую ценность*». Действие, которое будет выбрано, направлено на получение наибольшей «ожидаемой ценности».

В данной работе ставится задача исследовать причины несоответствия между фактическим и «оптимальным» выбором. Для этого предлагается формальная схема включения в модель выбора этапов: познания и поведения, связанного с выбором. Такой подход ставит ряд проблем: 1) как формируются правила выбора человеком? 2) как он проверяет их адекватность и полезность в конкретных ситуациях целеустремленного состояния? 3) как формируются представления человека о ситуации целеустремленного состояния? Важность изучения этих проблем определяется тем, что:

1. Понимание процессов выбора связано с тем как люди описывают доступными им средствами ситуацию выбора, как делают оценки, как строят представление о возможных результатах при использовании различных правил выбора, как оценивают их эффективность. Способность современной науки дать

прогноз о том, в каких условиях будет использована та или иная стратегия поведения человеком неадекватна современным требованиям. Знание, как и при каких условиях, правило выбора «усваивается» человеком, также должно увеличить адекватность прогнозирования поведения автономной сущности, обладающей волей и интеллектом [1-3, 14].

2. Исследование процесса выбора должно основываться на переменных окружения, потребностях, мотивах, целях, процессах переработки информации человеком. Нарботанные в психологии поведения, организационной психологии и т.п. концептуальные модели должны рассматриваться с позиции их формализации для построения моделей формирования представлений о компонентах ситуации целеустремленного состояния и правил принятия решений.

3. Основной способ понимания человеком полезности созданных им правил выбора – это обратная связь. Она является источником информации для: а) оценки качества и эффективности правил принятия решений; б) оценки полезности представлений о ситуации целеустремленного состояния, на основе которых принимается решение; в) определения направления их корректировки, а для исследователя – источником знания о том, как переменные задачи и окружения влияют на способ, которым человек обрабатывает информацию и формирует в памяти субъективные представления о ситуации выбора для объяснения формулирования правил принятия решений, их изучения и использования.

Постановка задачи

Предлагаемый в статье подход основан на формализации идей Миллера, Галантера и Прибрама [15] и использует идеи субъективно рационального выбора, развитые на основе теории нечетких множеств в работах [4, 5, 16].

Представления агента рассматриваются как некоторый набор моделей, выраженных средствами субъектного языка, обладающих предсказывающими свойствами. С помощью соответствующих критериев агент выбирает одну из моделей так, чтобы выбор на ее основе наиболее полно соответствовал его ожиданиям. При этом модель агент интерпретирует на реальных данных для того, чтобы она обладала предсказывающими свойствами, а не была фантомной. Набор таких моделей образует теорию агента относительно предметной области. Она используется для объяснения и предсказания развития процессов под действием используемого управления агентом в различных ситуациях.

Понятно, что формирование представлений определяется целью, в противном случае агент не может выполнить разумную интерпретацию модели или определить, какие свойства окружения являются ей релевантными.

Субъективно рациональный выбор предполагает, что цели поведения определяются мотивацией. Мотивация выбора определяется как внешними, так и внутренними факторами. Внутренние факторы отражают интересы субъекта, индуцируемые его потребностями и этической системой, которой он придерживается. Внешние факторы связаны с принятыми обязательствами. Это означает, что цели поведения интеллектуального агента формируются им эндогенно, и в случае, когда их ценность превышает некоторое пороговое значение, возникает целеустремленное поведение. Следовательно, цели определяют способ идентификации модели ситуации, и он направляется некоторым механизмом – механизмом познания.

Теоретико-игровая модель целенаправленного субъективно рационального выбора

Кроме того, оценки удовлетворенности текущей ситуацией целеустремленного состояния субъектом, как показано в [4], могут приводить к изменению структуры интересов субъекта и он ее может выбирать. Поскольку предпочтения субъекта в процессе выбора отражают его интересы, то можно определить множество G альтернативных вариантов структуры предпочтений, которые согласно [17] будем называть структурными альтернативами.

Таким образом, можно сформулировать гипотезу исследования. Каждая интеллектуальная система имеет некоторый набор критических параметров, определяющих ее существование. Их набор определяет ее мотивацию, намерения, предпочтения, внутренние цели и критерии их достижения, интерпретацию и способ идентификации ситуации. Способность интеллектуального агента достигать желаемых состояний является функцией наличия у него адекватных представлений о ситуации выбора, позволяющих ему прогнозировать возможные исходы при различных вариантах поведения (способов действия). Уровень (глубина) представлений связана и определяется целью. Представления рассчитаны не только на отражение либо конструирование единственной объективной реальности. Их задача заключается в том, чтобы воспроизвести какой-либо аспект возможной реальности.

Таким образом, формализация процесса выбора должна позволять моделировать процесс, как агент (осознанно и неосознанно) определяет цели, исходя из своих «переживаний», разрабатывает процедуры проверки их достижения. Если цель еще не достигнута, то как он с помощью определенных процедур идентифицирует модель ситуации выбора, переопределяет систему предпочтений и тактические цели так, чтобы приблизиться к желаемому состоянию. Когда критерии проверки удовлетворены, и промежуточные цели достигнуты, то, как выполняется переход к следующей стадии.

Таким образом, функция любой отдельно взятой части поведенческой программы заключается в том, чтобы проверить информацию, поступающую от сенсоров, оценить степень достижения целей и/или приступить к действиям, позволяющим изменить какую-либо часть представлений и предпочтений так, чтобы она смогла удовлетворить критериям проверки, и можно было обеспечить прогрессивное продвижение к желаемому состоянию.

Отметим, что агент так стремится распределить усилия между этапами, что качество выполнения каждого из них соответствовало некоторому компромиссу. Это связано с тем, что в условиях ограниченности ресурсов критерии качества стратегий на каждом из этапов являются взаимозависимыми и проблема выбора принимает игровое содержание.

Этот подход позволяет моделировать поведение автономной сущности, которая должна не столько реагировать на стимулы, сколько интерпретировать состояние окружения, выявлять те состояния, которые ставят перед ней определенные проблемы. Она должна пытаться разрешить их с помощью имеющихся или конструируемых ею способов.

Исходные предположения

1. Выбор субъектом осуществляется на основе представлений о ситуации целеустремленного состояния, которая формально определена в [2].
2. Компоненты представления отражают различные аспекты понимания

субъектом ситуации целеустремленного состояния и образуют информационную структуру представлений. Множество возможных вариантов представлений обозначим через X .

3. Для множества состояний окружения S множество наблюдаемых состояний окружения удовлетворяют условию $S \cap X \neq \emptyset$, то есть представления субъекта могут содержать как объективную составляющую, так и фантомную.

4. Структурные альтернативы субъект выбирает в зависимости от оценок удовлетворенности значениями свойств ситуации целеустремленного состояния.

5. Формирование представлений осуществляется на основе процедур восприятия, осознания и анализа согласно с когнитивными возможностями субъекта.

В соответствии с введенными предположениями субъект при принятии решений использует три множества альтернатив: управляющие C (способы действия), структурные G (интересы, предпочтения) и идентификации X . Следовательно, можно предположить существование трех виртуальных сторон, осуществляющих выбор соответствующих альтернатив. Правила выбора таких альтернатив в зависимости от понимания субъектом обстановки и структуры своих интересов будем называть *стратегиями*.

Пусть принятие решения выполняется в несколько циклических этапов, и способы действия выбираются на каждом этапе $n = 1, 2, \dots$ из множества C в зависимости от представления о состоянии окружения $x \in X$. Это связано с тем, что совместный надсознательный (интуитивный) и сознательный (формальный) анализы состояния окружения позволяют в многократных итерациях принять сначала смутно осознаваемое, а затем все более четко формулируемое и обоснованное решение. При этом существуют ограничения $C_x \subseteq C$ на допустимость выбора альтернатив в зависимости от представлений о состоянии окружения $x \in X$. Динамика процессов в окружении субъекта недоступна прямому восприятию, поэтому представления о ней формируются путем применения процедур идентификации, суть которых сводится к выбору варианта представлений в зависимости от наблюдаемого состояния и структуры интересов $g \in G$. При этом существуют и известны ограничения $X_s \subseteq X$ на допустимость представлений в качестве альтернатив идентификации в зависимости от наблюдаемых состояний $s \in S$.

Исходя из этих предположений, следуя [17], введем определения стратегий.

Однозначное отображение $\lambda: X \rightarrow C$ такое, что $\lambda(x) \in C_x, x \in X$, называется функцией выбора или управления; упорядоченный набор $(\lambda_1, \dots, \lambda_n) \equiv \lambda_1^n$ – стратегией выбора на горизонте длины $n < \infty$; $\lim \{\lambda_1^n\} = \lambda_1^{n \rightarrow \infty}$ будем называть стратегией, направленной на достижение локального идеала, определяющего смысл существования субъекта.

Однозначное монотонное отображение $\xi: S \rightarrow X$ такое, что $\xi(s) \in X_s, s \in S$, называется функцией идентификации; упорядоченный набор $(\xi_1, \dots, \xi_n) \equiv \xi_1^n$ – стратегией идентификации на горизонте длины $n < \infty$; последовательность $\{\xi_1^n, n = 1, 2, \dots\}$ – стратегией идентификации на ограниченном го-

ризонте. Поскольку субъект стремится к формированию полезных представлений, то существует $\lim \{\xi_1^n\} = \xi^\infty$ при $n \rightarrow \infty$.

Так как множества S и X удовлетворяют условию $|S| > |X|$, то однозначное отображение $\xi: S \rightarrow X$ порождает разбиение множества S на подмножества $\xi^{-1}(x) = \{s \in S : \xi(s) = x\} \subset S, x \in X$.

Подмножества $\xi^{-1}(x) \subset S, x \in X$ являются связными множествами, то есть любой элемент $s \in \xi^{-1}(x)$ однозначно определяет соответствующее представление $x \in X$. Следовательно, можно говорить, что подмножества $\xi^{-1}(x) \subset S, x \in X$, образуют классы эквивалентных представлений. Это позволяет для формализации представлений субъекта использовать методы теории мягких вычислений, например, так, как описано в [4].

Выбранная в момент n структурная альтернатива $\gamma_n \in G$ является *структурным выбором* на n -м шаге принятия решений; упорядоченный набор $(\gamma_n, \dots, \gamma_1) \equiv \gamma_1^n$ – стратегией *структурного выбора* на горизонте принятия решений длины $n < \infty$; последовательность $\{\gamma_1^n, n = 1, 2, \dots\}$ – стратегией структурного выбора на ограниченном горизонте. Поскольку субъект стремится к соответствию своей структуры интересов требованиям принятой им этической системы, то существует $\lim \{\gamma_1^n\} = \gamma^\infty$ при $n \rightarrow \infty$.

Модель принятия решений с изменяющейся структурой предпочтений

Согласно [4] критерий выбора стратегии управления имеет смысл ожидаемой удельной ценности целеустремленного состояния по результату, формализация которой имеет вид функции полезности $E\varphi^g(C \times S \times X)$, зависящей от структурной альтернативы $g \in G$ как от параметра. Поскольку процесс управления начинается с некоторой ситуации $x \in X$, то критерий $E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n)$ будет также зависеть и от ситуации $x \in X$ как от начального условия. Так как при этом множество ситуаций X конечно, то критерий $E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n)$ будет окончательно представляться вектором в пространстве R^X размерности $|X|$. Его компоненты будем записывать в виде $E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n)(x), x \in X$. По результату выбора субъект испытывает эмоциональное переживание, поэтому качество стратегии структурного выбора γ_1^n следует описывать в виде критерия, имеющего смысл «удовлетворенности результатами выбора». Следовательно, качество стратегии γ_1^n естественно описывать сверткой вектора ожидаемой полезности $E\varphi_n(\lambda_n | \gamma_1^n) \in R^X$ в некоторый функционал $\mu: R^X \rightarrow R^1$. Тогда критерий

качества стратегии γ_1^n можно записать в виде

$$\mu_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n) = \mu(E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n)) \in R^1.$$

Качество своих представлений субъект связывает с оценками возможности достижения желаемых состояний от управления $c \in C$, а также с возможностью расширения множества $C \uparrow$ (символ \uparrow означает расширение множества) путем включения в него эффективных альтернатив. В работе [5] в качестве критерия оценки представлений предложено использовать лингвистическую переменную «*полезность*», термы которой строятся на значениях $E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n)$. При этом оценки полезности будут зависеть от стратегий управления λ_1^n и структурного выбора γ_1^n как от заданных условий. Обозначим критерий «полезность» следующим образом $\psi_n(\xi_1^n | \lambda_1^n, \gamma_1^n)$. Поскольку процесс идентификации начинается с некоторого состояния $s \in S$, то этот критерий будет зависеть от состояния $s \in S$, задаваемого в качестве начального условия. Так как при этом множество состояний S конечно, то критерий идентификации будет представляться вектором $\psi_n(\xi_1^n | \lambda_1^n, \gamma_1^n)$ в пространстве R^S размерности $|S|$.

В ситуации целеустремленного состояния качество стратегий управления и структурного выбора описывается соответственно критериями $E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n) \in R^X$ и $\mu_n(\gamma_1^n | \lambda_1^n) \in R^1$, имеющими смысл удельной ценности по результату и удовлетворенности результатами выбора, а качество стратегии идентификации – критерием $\psi_n(\xi_1^n | \lambda_1^n, \gamma_1^n) \in R^S$, имеющим смысл полезности представлений для достижения желаемых состояний. Использование введенных критериев предполагает определение соответствующих информационных структур или моделей, позволяющих выполнить соответствующий выбор.

Будем предполагать существование информационной структуры представлений I , которая отражает знания и опыт субъекта о: способах действия (управления), своих интересах и предпочтениях, динамике перехода окружения в различные состояния. Тогда можно предположить, что существует структурное преобразование этой структуры в информационную структуру, обеспечивающую возможность построения критерия удельной ценности $E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n)$ и модели предметной области. Такое преобразование будем называть «*преобразованием удельной ценности*», а индуцируемую им информационную структуру будем называть «*информационной структурой удельной ценности ситуации целеустремленного состояния по результату*» и обозначать $U = U(I)$.

Аналогично, если существует структурное преобразование структуры I в информационную структуру, обеспечивающей возможность построения критерия идентификации $\psi_n(\xi_1^n | \lambda_1^n, \gamma_1^n)$ и модели процедур идентификации, то такое преобразование будем называть «*преобразованием идентификации*» и

Теоретико-игровая модель целенаправленного субъективно рационального выбора

обозначать R , а индуцируемую им информационную структуру будем называть «информационной структурой идентификации» и обозначать $R = R(I)$.

Представления субъекта о ситуации целеустремленного состояния является субъективными и качественными, построенными на основе наблюдений и анализа процесса перехода окружения под действием управления $c \in C$ в различные состояния $s \in S$. Обозначим правило такого перехода через $q^g(S | S \times C)$ из $S \times C$ в S . Фактически субъект для оценки ценности возможных результатов использует построенную по результатам стратегии идентификации ξ_1^n модель $Q^g(X | X \times C)$ из $X \times C$ в X . При ее построении учитываются стратегии управления λ_1^n , структурного выбора γ_1^n , либо такими стратегиями он задается. Это означает, что преобразование фактической функции $q^g(S | S \times C)$ в функцию понимания субъектом процессов в его окружении $Q^g(X | X \times Y)$ возможно лишь в апостериорном режиме в зависимости от используемых стратегий $(\lambda_1^n, \gamma_1^n, \xi_1^n)$. Такое преобразование и построение критерия ожидаемой удельной ценности $E\varphi_n(\lambda | \gamma_1^n)$ возможно при последовательном формировании информационных структур «полезности» в зависимости от используемых стратегий. Это условие будем записывать в виде $U_n = U(\lambda_1^n, \gamma_1^n, \xi_1^n)(I)$, $n = 1, 2, \dots$. Поскольку это условие является необходимым для формирования критерия ожидаемой полезности и модели предметной области, то оно должно указываться всякий раз при его использовании. Отметим, что критерий $E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n)$ неявно зависит от стратегии идентификации ξ_1^n за счет введения в модель выбора индуцированной структуры U_n . Как было отмечено выше, критерий $\mu_n(\gamma_1^n | \lambda_1^n) \in R^1$ качества структурного выбора определяется сверткой критерия $E\varphi_n(\lambda_1^n | \tau_1^n) \in R^X$. Общность информационной структуры их формирования позволяет записать

$$\begin{cases} E\varphi_n(\lambda_1^n | \xi_1^n), \\ \mu_n(E\varphi_n(\xi_1^n | \lambda_1^n)), \\ U_n = U(\lambda_1^n, \gamma_1^n, \xi_1^n)(I). \end{cases}$$

Для построения критерия идентификации требуется использование некоторой функции, которая имела бы смысл «полезности». Для этого надо построить вербальные оценки на значениях функции полезности $E\varphi^g(S \times X \times Y)$. Требуемое преобразование существует и может выполняться в априорном режиме (т. е. до выбора решений).

Такое преобразование определяется субъектом относительно нечеткой меры, которая может быть построена, если задана функция $q^g(S | S \times C)$ из $S \times C$ в S . Поскольку ее аналог в сознании субъекта имеет вид $Q^g(X | X \times C)$ и он может ее однозначно задать в информационной структуре I , то, следовательно, не требуется дополнительных преобразований. Построение функции «полезности представлений» исчерпывает необходимое структурное преобразование. Такое преобразование будем называть структурным преобразованием «идентификации» и обозначать R , а индуцируемую им информационную структуру называть информационной структурой «полезности представлений» и обозначать $R = R(I)$.

С учетом этих соображений критерий идентификации окончательно запишем в виде

$$\begin{cases} \psi_n(\xi_1^n | \lambda_1^n, \gamma_1^n), \\ R = R(I). \end{cases}$$

Из введенных определений и построений следует, что критерии качества этих видов стратегий различны и взаимозависимы. Тогда проблема выбора имеет игровое содержание и сводится к отысканию устойчивого компромисса между стремлением к максимизации ожидаемой удельной ценности целеустремленного состояния по результату и минимизации возможных потерь от неправильных представлений. Такой компромисс называется *равновесием*.

Заметим, что поскольку информационная структура «удельной ценности» $U_n = U(\lambda_1^n, \gamma_1^n, \xi_1^n)(I)$, в условиях которой строится критерий

$\mu_n(E\varphi_n(\gamma_1^n | \lambda_1^n))$, должна формироваться последовательно в зависимости от используемых стратегий, то искомые равновесия будут взаимозависимы не только на каждом этапе $n = 1, 2, \dots$ формирования решений, но они будут зависеть также и от решений, выбираемых на предыдущих шагах. С учетом этого равновесия естественно называть *динамическими*.

Тройка стратегий $\{\lambda_1^n, \gamma_1^n, \xi_1^n\}$, удовлетворяющих условиям

$$\begin{cases} E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n) \geq E\varphi_n(\lambda_1^n | \gamma_1^n) \quad \forall \lambda_1^n, \\ \mu_n(\gamma_1^n | \lambda_1^n) \geq \mu_n(\gamma_1^n | \lambda_1^n) \quad \forall \gamma_1^n, \\ U_n = U(\lambda_1^n, \gamma_1^n, \xi_1^n)(I) \end{cases}$$

и

$$\begin{cases} \psi_n(\xi_1^n | \gamma_1^n, \lambda_1^n) \geq \mu_n(\xi_1^n | \gamma_1^n, \lambda_1^n) \quad \forall \xi_1^n, \\ R = R(I), n = 1, 2, \dots \end{cases}$$

называется *динамическими равновесиями*.

Теоретико-игровая модель целенаправленного субъективно рационального выбора

Согласно предположениям количество циклов формирования решения не ограничено. Тогда динамические равновесия должны иметь смысл, в том числе при $n \rightarrow \infty$.

Для его существования естественно потребовать выполнения следующих дополнительных условий:

- 1) при $n \rightarrow \infty$ критерии качества стратегий должны стремиться к некоторым пределам;
- 2) такие пределы не должны зависеть от начальных условий.

Поскольку критерии в явном виде не заданы, то выполнение этих свойств не очевидно. Это требует задания нужных свойства и затем указания явного вида критериев, удовлетворяющих этим свойствам.

Согласно введенным предположениям критерии качества стационарных стратегий $\lambda^n, \gamma^n, \xi^n$ при $n \rightarrow \infty$ имеют пределы, тогда тройка стационарных стратегий $(\lambda^\infty, \gamma^\infty, \xi^\infty)$ называется стационарными равновесиями, если для нее существуют пределы, удовлетворяющие условиям:

$$\left\{ \begin{array}{l} \varphi(\lambda^\infty | \gamma^\infty) \geq \varphi_n(\lambda^\infty | \gamma^\infty), \forall \lambda^\infty \\ \mu(\gamma^\infty | \lambda^\infty) \geq \mu_n(\gamma^\infty | \lambda^\infty), \forall \gamma^\infty \\ U = U(\lambda^\infty, \gamma^\infty, \xi^\infty)(I), \\ \psi(\xi^\infty | \lambda^\infty, \gamma^\infty) \geq \psi(\xi^\infty | \lambda^\infty, \gamma^\infty), \forall \xi^\infty; \\ R = R(I) . \end{array} \right.$$

Таким образом, содержание проблемы моделирования выбора состоит в отыскании компромисса между стремлением к достижению максимальной ожидаемой удельной ценности по результату и минимальных потерь от неверных представлений с учетом их взаимной зависимости. Согласно принципу равновесных решений он должен быть «не улучшаем» одновременно по всем компонентам интересов.

При достижении такого компромисса можно утверждать, что интересы субъекта реализуются с «наилучшим результатом». Если при этом динамические равновесия удовлетворяют требованиям асимптотической стационарности, то можно также утверждать, что интересы субъекта реализуются с «наилучшим результатом» на всем бесконечном горизонте, в том числе при $n \rightarrow \infty$. Отсюда следует, что динамические равновесия определяют смысл и способ реализации интересов с «наилучшим результатом». С учетом этого динамические равновесия естественным образом определяют *внутреннюю цель* при принятии решений.

Заключение

Рассмотрена модель принятия решений агентом, способным формировать

внутреннюю цель и использующим субъективные представления о ситуации выбора.

Показано, что цель выбора состоит в максимизации удельной ценности ситуации выбора по результату. Показано, что результат выбора определяется представлениями агента о ситуации выбора и о своих интересах. При принятии решений он использует три множества альтернатив: управляющие C (способы действия), структурные G и идентификации X . Следовательно, можно предположить существование трех виртуальных сторон, осуществляющих выбор соответствующих альтернатив, являющихся равновесными стратегиями. Тогда проблема индивидуального выбора имеет игровое содержание.

Литература

1. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Рефлексивные игры. М.: Синтез, 2003.
2. Чхартишвили А.Г. Теоретико-игровые модели информационного управления. М.: ПМСОФТ, 2004.
3. Лефевр В.А. Конфликтующие структуры. М.: Советское радио, 1973.
4. Виноградов Г.П., Кузнецов В.Н. Моделирование поведения агента с учетом субъективных представлений о ситуации выбора // Искусственный интеллект и принятие решений. 2011. № 3. С. 58–72.
5. Виноградов Г.П., Шматов Г.П., Борзов Д.А. Формирование представлений агента о предметной области в ситуации выбора // Программные продукты и системы. 2015. №2 (110). С. 83–94.
6. Городецкий В.И., Самойлов В.В., Троцкий Д.В. Базовая онтология коллективного поведения автономных агентов и ее расширения // Известия РАН. Теория и системы управления. 2015. №5. С. 102–121.
7. Анохин К.В., Бурцев М.С., Зарайская И.Ю., Лукашев А.О., Редько В.Г. Проект «Мозг Анимата»: разработка модели адаптивного поведения на основе теории функциональных систем // Восьмая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием. Труды конференции. М.: Физматлит, 2002. Том. 2. С. 781–789.
7. Red'ko V.G., Anokhin K.V., Burtsev M.S., Manolov A.I., Mosalov O.P., Nepomnyashchikh V.A., Prokhorov D.V. Project «Animat Brain»: Designing the animat control system on the basis of the functional systems theory // In: Butz, M.V., Sigaud, O., Pezzulo, G., Baldassarre, G. (Eds.). Anticipatory Behavior in Adaptive Learning Systems: From Brains to Individual and Social Behavior. LNAI 4520, Berlin, Heidelberg: Springer Verlag. 2007. P. 94–107.
9. Жданов А.А. Метод автономного адаптивного управления // Известия РАН. Теория и системы управления. 1999. № 5. С. 127–134.
10. Саймон Г. Наука об искусственном. М.: Мир, 1973.
11. Edwards W, Tversky A. Decision making // Harmondsworth Middlesex, England Penguin Books, 1972.
12. Канеман Д., Словик П., Тверски А. Принятие решений в неопределенности: Правила и предубеждения. Харьков: Гуманитарный центр, 2005.
13. Карпов А.В. Общая психология субъективного выбора: структура, процесс, генезис. Ярославль: Яросл. гос. ун-т, Институт психологии РАН, 2000.
14. Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Прикладные модели информационного управления. М.: ИПУ РАН, 2004.
15. Миллер Дж., Галантер Е., Прибрам К. Планы и структуры поведения. М.: «Прогресс», 1965.
16. Виноградов Г.П., Борисов П.А., Семенов Н.А. Интеграция нейросетевых алгоритмов, моделей нелинейной динамики и методов нечеткой логики в задачах прогнозирования // Известия РАН. Теория и системы управления. 2008. №1. С. 78–84.

Теоретико-игровая модель целенаправленного субъективно рационального
выбора

17. Баранов В.В. Динамические равновесия в задачах стохастического управления и принятия решений при неопределенностях // Известия РАН. Теория и системы управления. 2002. №3. С. 77–93.

Статья поступила 22 июня 2017 г.
После доработки 31 августа 2017 г.