

УДК 303.732.4

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ КАК СРЕДСТВО ПЕРЕСИНТЕЗА МОДЕЛИ АКТИВНОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПРОХОЖДЕНИЯ ИМ ТОЧКИ БИФУРКАЦИИ

Луценко Е.В., – д.э.н., к.т.н., профессор

Лаптев В.И., – к.т.н., доцент

Кубанский государственный аграрный университет

В статье впервые предлагается автоматизированный алгоритм, обеспечивающий пересинтез модели активного объекта управления при прохождении им точки бифуркации, т.е. позволяющий определить содержание классов после качественного изменения целеустремленного и принимающего решения объекта управления.

Ключевые слова: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ, АСУ ВУЗОМ, ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ ОТКРЫТАЯ САМООРГАНИЗУЮЩАЯСЯ СИСТЕМА

Проблема и идея ее решения

Под **активными объектами** (системами) в работе понимаются объекты, ставящие собственные цели (вообще говоря отличающиеся от целей внешнего управления) и добивающиеся их, имеющие модели себя (а значит рефлексивные) и окружающей среды. Это прежде всего люди и системы с их участием: коллективы, организации, сегменты рынка, отрасли, а также биологические и экологические системы.

Активные объекты развиваются путем чередования этапов принятия и реализации решений, т.е. бифуркационных и детерминистских состояний. На бифуркационных этапах определяются закономерности, задающие поведение системы на детерминистских этапах, это означает, что в точках бифуркации система изменяется *качественно* (революционно), а на детерминистских этапах – лишь *количественно* (эволюционно).

Управление активными объектами осуществляется путем управления их системой целеполагания, мотивации и оценки (мета-управление).

Проблема управления активными объектами состоит в том, что *модель периодически теряет адекватность после качественного изменения объекта управления (после его перехода через точку бифуркации).*

Необходимо отметить, что *традиционные* автоматизированные системы управления (АСУ) построены на фиксированной или адаптивной модели объекта управления, способной учитывать лишь количественные его изменения, и поэтому, когда объект управления изменяется качественно, т.е. переходит через точку бифуркации, то такая модель теряет адекватность, что приводит к срыву управления.

Идея решения этой проблемы состоит в том, чтобы осуществлять периодический синтез модели объекта управления непосредственно в цикле управления. Для этого необходимо включить *процесс познания* объекта управления непосредственно в цикл управления. Чтобы это было возможно в режиме реального времени процесс познания безусловно должен быть автоматизирован. Он должен быть **полным и всесторонним**, т.к. неучет в модели существенных факторов приводит к ее неадекватности, а значит к нецелевым, неожиданным и нежелательным результатам управления. Изучением влияния различных групп факторов среды и технологии на количество и качество продукции занимаются различные научные направления. Необходимо **объединить** эти исследования в рамках одной математической модели. Эти требования совпадают с **требованиями системного анализа**.

Следовательно, основная идея решения поставленной проблемы состоит в автоматизации системного анализа и включения его непосредственно в цикл управления в качестве периодически выполняемого этапа, что обеспечит периодический синтез модели активного объекта управления и сохранение ее адекватности после его качественных изменений.

Необходимо отметить, что идея автоматизации системного анализа (СА) впервые была предложена В.П.Стабиным в 1984 году [9].

В настоящее время в специальной литературе представлен подход к автоматизации системного анализа путем его *максимальной детализации*. Необходимо отметить, что, как это ни парадоксально, само продвижение в этом направлении велось не системно и пока не привело к созданию **единой** математической модели, численного метода и инструментария системного анализа.

В фундаментальной работе [5] предлагается рассматривать системный анализ, как метод познания, что позволило создать благоприятные предпосылки для его автоматизации путем интеграции с когнитивными технологиями и осуществить на практике эту программу. Системный анализ, структурированный по познавательным (когнитивным: "*cognition*" – "*познание*", *англ.*), операциям предлагается называть системно-когнитивным анализом (**СК-анализ**).

Однако в работе [5] *не был* предложен алгоритм и программная реализация, обеспечивающие *автоматизированное формирование новой системы классов, соответствующих новой системе состояний активного объекта управления после прохождения им точки бифуркации*. В данной работе авторы ставят перед собой цель восполнить этот пробел. Данный алгоритм является ключевым для пересинтеза модели и вместе с СК-анализом составляет *автоматизированный системный анализ*.

Обобщенная модель детерминистско-бифуркационной динамики активных систем

Для решения поставленной проблемы необходима разработка методов, обеспечивающих: первичный синтез модели предметной области; идентификацию текущего состояния системы как детерминистского или бифуркационного; выработку рекомендаций по оказанию управляющих воздействий на АОУ на детерминистском этапе; адаптацию модели на детерминистском этапе с учетом информации обратной связи о фактических результатах управления; прогнозирование времени наступления бифурка-

<http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/10.pdf>

ционного этапа развития АОУ; синтез модели после прохождения бифуркационного этапа.

При этом будем исходить из того, что выработка управления на бифуркационном этапе и сразу после него является существенно неформализуемым процессом, который в настоящее время и в обозримой перспективе может осуществляться только человеком.

Основная причина этого, состоит в том, что после прохождения системой точки бифуркации по сути дела необходимо заново *познавать* закономерности ее поведения на очередном детерминистском этапе, а это пока является прерогативой человека.

Здесь снова возникает классический вопрос, впервые заданный А.Тьюрингом еще 1960 году: "Может ли машина мыслить?" По мнению автора, "В принципе да, но на практике на современном этапе развития техники и технологии, т.е. *пока нет*". Вместе с тем вполне очевидно, что уже на текущем этапе развития науки и технологии "машина", а конкретнее компьютер и программная система, вполне могут *помочь* человеку мыслить.

Поэтому задача состоит в том, чтобы *максимально облегчить для человека процесс познания предметной области*, создав для этого максимально комфортные информационные и функциональные условия, предоставив ему инструмент, т.е. средство труда, берущее на себя некоторые рутинные операции, выполняемые человеком в процессе мышления. При этом мышление рассматривается как процесс познания.

Сделать это в данном исследовании предлагается *путем* разработки математических моделей, алгоритмов и реализующего их специального программного обеспечения, берущего на себя *основные познавательные (когнитивные) операции, выполняемые человеком при системном познании предметной области*.

1. Классическое дерево вероятностей

С середины 80-х годов школа И.Пригожина развивает подход, согласно которому в развитии любой системы (в том числе и человека) чередуются периоды, в течение которых система ведет себя то как "в основном детерминированная", то как "в основном *случайная*" [234].

Удобным формальным средством визуализации этой идеи является "*классическое дерево вероятностей*" (терм.авт.), в котором точки бифуркации изображаются узлами, а участки детерминистского развития системы – дугами. В узлах определяется направление дальнейшего развития системы, а в дугах – это направление реализуется. В настоящем исследовании *предлагается рассматривать узлы в диаграмме "дерева вероятностей", – это этапы принятия решений, а дуги как этапы реализации этих решений*. Случайный выбор является лишь одним из методов принятия (который оптимален в случае отсутствия информации о предметной области), поэтому предлагаемый подход является *более общим*, чем подход школы И.Пригожина. Необходимо также отметить, что **в результате реализации некоторого конкретного решения система с необходимостью оказывается в очередной точке бифуркации**.

Рассмотрим упрощенный пример.

Молодой человек в начальном состоянии, изображенном на диаграмме (рисунок 1.4), находится в точке бифуркации "абитуриент".

В этой точке в процессе сдачи вступительных экзаменов определяется, станет ли он студентом. существует две альтернативы, изображенные дугами:

1. Он поступает на очное отделение и учится в течение 5 лет (дуга: "обучение в вузе").
2. Он не поступает и *сразу* оказывается в точке бифуркации: "выбор места работы".

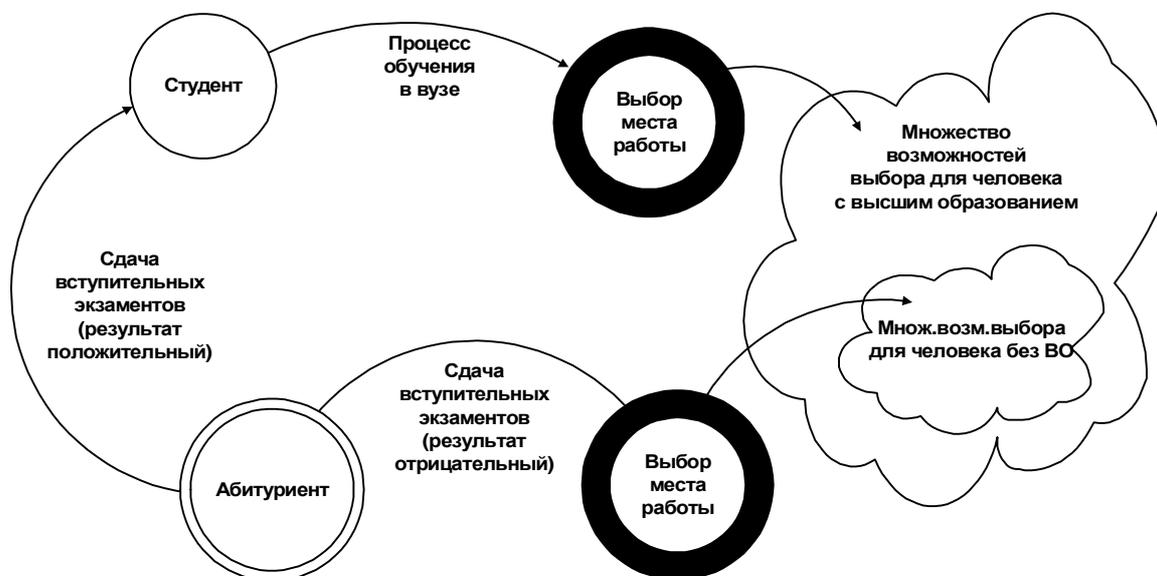


Рисунок 1. 1. Классическое дерево вероятностей

После окончания учебы выпускник, т.е. молодой специалист, также оказывается в точке бифуркации: "выбор места работы". Однако, не смотря на то, что у людей с высшим образованием и без него точки бифуркации "выбор места работы" совпадают по названию, по содержанию они существенно отличаются, из-за чего, собственно, на диаграмме и изображено два различных состояния с таким названием. Дело в том, что возможности выбора места работы самым существенным образом зависят от пути по которому человек перешел в данную точку бифуркации, т.е. зависят от его предыстории: множество альтернатив, доступных для человека без высшего образования в данной точке бифуркации, является подмножеством альтернатив, доступных для человека с высшим образованием.

Глубокую аналогию можно провести между рассмотренным примером поведения активной системы "человек" и квантовым движением микрообъекта, движение которого осуществляется путем чередования редуцированных и квантовых состояний. В соответствии с соотношением неопределенностей Гейзенберга в редуцированном состоянии определенными являются координаты квантового объекта, но неопределены направление и скорость движения, а в виртуальном, наоборот, определенными являются <http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/10.pdf>

направление и скорость движения, но неопределенными координаты. Это означает, что редуцированные состояния можно изобразить точками бифуркаций на "дереве вероятностей", а виртуальные, соответственно, дугами. В редуцированном состоянии как бы определяется направление будущего перемещения, а в виртуальном – реализуется это решение. Для человека в редуцированных состояниях точно известно, кем он является в настоящее время, но неизвестно кем он может стать в будущем, а в виртуальных, наоборот, его текущее состояние не фиксировано, т.е. он находится "в стадии трансформации", зато известно кем он станет в результате этой трансформации. Эта глубокая аналогия позволяет выдвинуть гипотезу, что *развитие человека можно представить как его движение в некотором абстрактном фазовом суперпространстве развития.*

Естественно, реальная система управления должна устойчиво управлять объектом управления не только на "детерминистских" участках его истории, но и в точках, в которых его дальнейшее поведение становится в высокой степени неопределенным и непредсказуемым. Отметим, что классический подход к управлению ориентирован именно на управление системами на детерминистских участках их эволюции, когда объект управления в течение длительного времени можно с достаточной точностью рассматривать как лишенный внутренней активности и обоснованно абстрагироваться от того, что это в общем случае не так.

Однако в ряде случаев, такое упрощенное представление об объекте управления является неадекватным и необходимо разрабатывать подходы к управлению системами, в поведении которых существенную роль играет их внутренняя активность, в частном случае - свобода воли.

Плодотворная аналогия движением активных и квантовых систем будет продолжена и развита ниже, т.к. это позволяет открыть много новых для теории автоматизированного управления аспектов исследования активных систем, а также дает надежду на возможность применения в буду-

<http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/10.pdf>

щем хорошо развитого математического аппарата квантовой теории поля (КТП) для решения задач управления активными объектами

2. Уровни бифуркаций

Как показано выше, в точке бифуркации принимается решение о дальнейшем пути эволюции системы, а на детерминистском этапе принятое решение реализуется. После окончания реализации принятого решения система опять попадает в состояние бифуркации.

На этом уровне абстрагирования и детализации этап реализации решения представляется однородным и лишенным какой-либо внутренней структуры. Однако при более детальном рассмотрении выясняется, что этап реализации некоторого важного решения (решения 1-го уровня) сам состоит из определенной последовательности этапов, на которых принимаются определенные решения (решения 2-го уровня), вытекающие из решения 1-го уровня и этапов их реализации.

Если продолжить пример, приведенный в предыдущем разделе, то дугу "Процесс обучения в вузе" можно представить в форме последовательности точек бифуркации, соответствующих сдаче сессий. В этих точках бифуркации определяется (принимается решение), будет ли студент обучаться в вузе на следующем семестре или на следующем курсе. Однако само решение о сдаче сессий фактически предопределено поступлением в вуз, т.е. с этой точки зрения является реализацией решения, т.е. детерминистским этапом. Таким образом, классификация того или иного этапа как бифуркационного или детерминистского является в определенной мере относительной.

3. Снятие неопределенности, как результат передачи информации

Рассмотрим систему: "человек – объект" в точке бифуркации, т.е. в точке, в которой снимается (уменьшается) неопределенность в поведении <http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/10.pdf>

одного из элементов этой системы. Информация есть количественная мера снятия неопределенности [309], поэтому рассмотрим два основных направления информационных потоков, которые возможны в этой системе:

1. От человека к объекту: "Труд" (управление).
2. От объекта к человеку: "Познание" (идентификация).

В результате труда, который с позиций, развиваемых в данной работе, представляет собой управляющее, по существу информационное, воздействие на предмет труда, снимается неопределенность состояния предмета труда, в результате чего он трансформируется в продукт труда. В результате познания снимается неопределенность наших представлений об объекте познания, т.е. снимается неопределенность в состоянии человека, в результате чего он трансформируется из "незнающего" в "знающего".

Если абстрагироваться от направления потока информации и, соответственно, от того, неопределенность в состоянии какой системы снимается (объекта или человека), то, очевидно, в обоих случаях *количество переданной информации является количественной мерой степени снятия неопределенности.*

4. Интерференция последствий выбора в результате одновременного выбора альтернатив. Обобщенное дерево вероятностей. Необходимость разработки системной (эмерджентной) теории информации

Обобщим пример, предложенный в предыдущем разделе и поясним понятие "интерференция последствий выбора". Пусть студент одновременно поступает в два высших учебных заведения и получает два высших образования (сейчас это возможно). По окончании обучения выбор "куда пойти работать" является не простой суммой вариантов выбора по каждой из специальностей, а качественно иным, включающим также новые области, не входящие ни в один из вариантов. Эти новые области его работы об-

разуются за счет того, что свойства, полученные студентом при получении 1-го и 2-го высшего образования, *взаимодействуют* друг с другом и образуют *систему свойств*, предоставляющую ему новые возможности, не входящие ни в один из вариантов, взятый сам по себе [140].

Таким образом наблюдается картина последствий, не сводящаяся к простой сумме последствий альтернативных вариантов, т.е. очень напоминающая квантовое физическое явление, которое называется интерференцией плотности вероятности. Это явление безусловно имеет системный характер, т.е. свойства системы в целом не сводится к алгебраической сумме свойств ее частей.

Обобщим классическое дерево вероятностей таким образом, чтобы оно позволяло теоретически отображать явление интерференции альтернатив (рисунок 1.5):

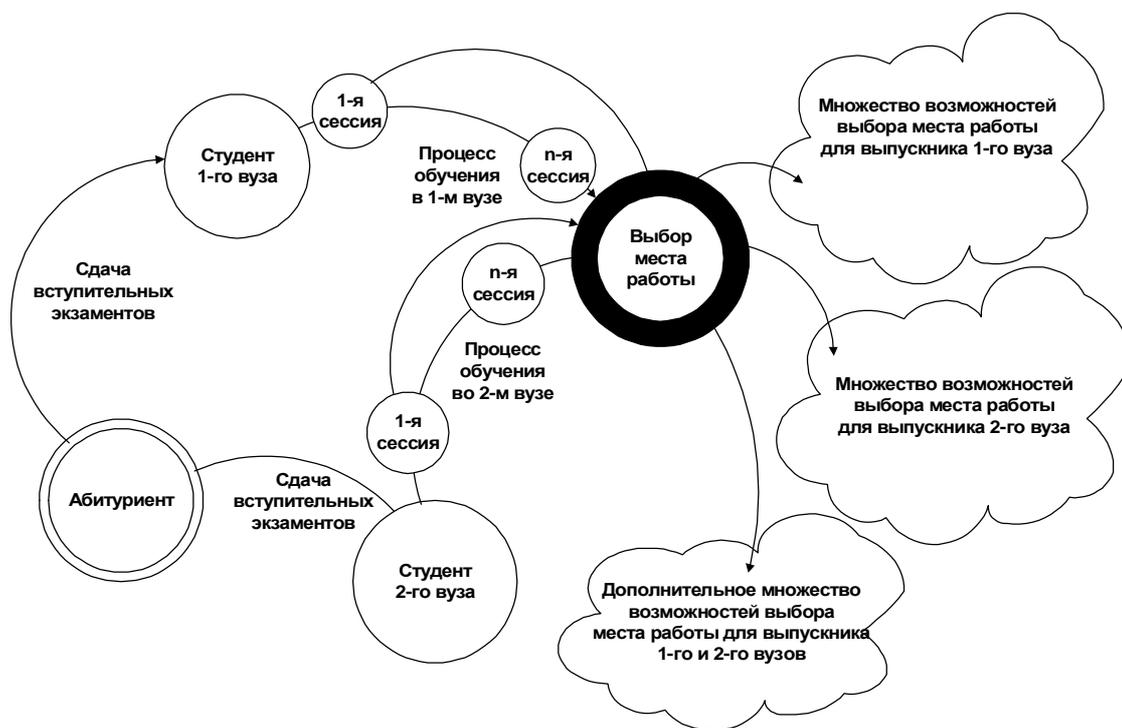


Рисунок 1. 2. Обобщенное дерево вероятностей

В классической теории информации Хартли-Шеннона само понятие информации определяется на основе теоретико-множественных и комби-

наторных представлений на основе анализа поведения классического макрообъекта, который может переходить только в четко фиксированные альтернативные редуцированные состояния, например монета может упасть либо на "орел", либо на "решку". Если эти варианты равновероятны, то при реализации одного из них по формуле Хартли мы получаем информацию в 1 бит, при реализации одного из W равновероятных состояний мы получаем информацию $I = \log_2 W$ бит, если неравновероятны, то для расчета количества информации используется формула Шеннона.

Однако квантовые объекты могут оказываться одновременно в двух и более альтернативных для классических объектов состояниях. Такие состояния будем называть смешанными.

Например электрон может интерферировать сам на себе, проходя одновременно через две щели [323]. *При этом наблюдаются эффекты, не сводящиеся к суперпозиции классических состояний, т.е. имеющие существенно квантовый, системный, эмерджентный, нелинейный характер.*

Поэтому *классическая теория информации Хартли-Шеннона может быть обобщена путем рассмотрения квантовых объектов в качестве объектов, на основе анализа поведения которых формируется само основополагающее понятие информации. Обобщенную таким образом теорию информации предлагается называть системной или эмерджентной теорией информации.*

Основным отличием эмерджентной теории информации от классической является *учет свойства системности, как фундаментального и универсального свойства всех объектов, на уровне самого понятия информации*, а не только в последующем изложении, как в классической теории.

Достаточно рассмотреть квантовое обобщение теории Хартли, т.к. путь вывода теории Шеннона из теории Хартли широко известен.

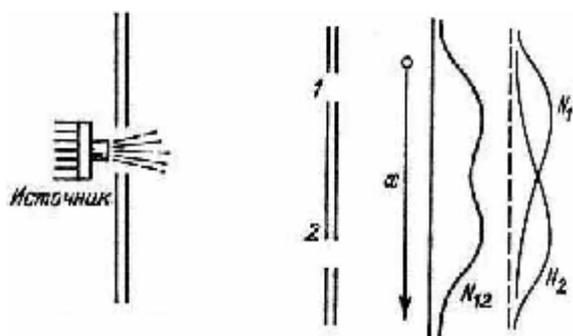
Ричард Фейнман в основополагающей работе "Характер физических законов" [11] рассматривает пример интерференции электрона на двух щелях, причем наблюдается это процесс с помощью Комптон-эффекта, т.е. путем рассеяния фотонов на электроны. При этом электрон всегда наблюдается в форме объекта с размером порядка длины волны света, и как выяснилось, его свойства самым существенным образом зависят от его *наблюдаемого, а значит и фактического* размера. Мы не будем детально приводить известную аргументацию Р.Фейнмана и коснемся лишь моментов, играющих ключевую роль в квантовом (системном) обобщении понятия "информация".

Когда длина волны фотонов меньше расстояния между щелями, то видно, как электрон проходит через одну из щелей. В этом случае за ней наблюдается классическое распределение N_{12} , являющееся простой суммой распределения N_1 , и распределения N_2 , полученных соответственно от щелей 1 и 2 (рисунок 1.6).

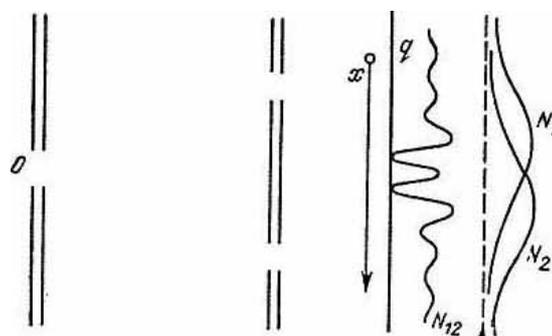
Если как $N_1(x)$ обозначить количество электронов, прошедших через щель №1 и попавших на экран в точке с координатой x , а как $N_2(x)$ – количество электронов, прошедших через щель №2, то в классическом случае результирующее распределение $N_{12}(x)$ является простой суммой двух исходных распределений:

$$N_{12}(x) = N_1(x) + N_2(x) \quad (1. 1)$$

Когда длина волны фотонов порядка расстояния между щелями или больше, то видно, как он проходит через экран "накрывая" обе щели одновременно. В этом случае за ними наблюдается сложная интерференционная картина, несколько не напоминающая сумму или суперпозицию классических распределений за 1-й и 2-й щелями, т.е. не являющуюся их суммой (рисунок 1.7):



**Рисунок 1. 3. Классический объект,
интерференции нет**



**Рисунок 1. 4. Квантовый объект,
интерференция есть**

Введем следующие обозначения:

$a_1(x)$ – амплитуда вероятности попадания электрона в точку x экрана через отверстие **1**;

$a_2(x)$ – амплитуда вероятности попадания электрона в точку x экрана через отверстие **2**.

$a_{12}(x)$ – амплитуда вероятности попадания электрона в точку x экрана через отверстия **1** и **2** *одновременно*.

Тогда:

$$a_{12}(x) = a_1(x) + a_2(x);$$

$$N_{12}(x) = a_{12}^2(x); N_1(x) = a_1^2(x); N_2(x) = a_2^2(x)^2 \tag{1. 2}$$

откуда:

$$N_{12}(x) = (a_1(x) + a_2(x))^2;$$

$$N_{12}(x) = N_1(x) + N_2(x) + 2 \cdot \sqrt{N_1(x) \cdot N_2(x)} \tag{1. 3}$$

Сравнивая выражения (1.1) и (1.3) видим, что квантовый эффект прохождения электрона через две щели одновременно *приводит к появлению дополнительного слагаемого. Это дополнительное слагаемое учитывает системный эффект состоящий в том, что состояния объекта, в классической теории считавшиеся альтернативными, т.е. одновременно не реализуемыми ни при каких условиях, в квантовой теории таковыми не*

являются и могут осуществляться одновременно, что приводит к возможности нахождения объекта в смешанных состояниях.

Если вероятность прохождения электрона через каждую из W щелей одинакова, то по классической теории Хартли в самом факте пролета электрона через одну из щелей содержится количество информации:

$$I = \text{Log}_2 W \quad (1.4)$$

где W – количество щелей, или, в общем случае, классических состояний объекта.

В соответствии с концепцией эмерджентной теорией информации предлагается ввести в это выражение параметр φ , учитывающий квантовые системные эффекты, т.е. учитывающих возможность нахождения объекта в смешанных состояниях. В результате количество состояний объекта возрастает и, следовательно, так же возрастает и количество информации, которое мы получаем, когда узнаем, что он перешел в одно из этих состояний:

$$I = \text{Log}_2 W^\varphi \quad (1.5)$$

где φ – степень эмерджентности системы (синоним: уровень системности объекта), в частности:

$$\begin{cases} \varphi < 1; \text{ деструктивная система;} \\ \varphi = 1; \text{ классическая система;} \\ \varphi > 1; \text{ синтетическая система.} \end{cases}$$

Для деструктивных систем свойства целого меньше свойств частей, для классических систем они совпадают, для синтетических систем свойства целого больше свойств частей и не сводятся к ним.

На первый взгляд можно было бы просто увеличить количество состояний системы W за счет учета смешанных состояний. Однако этот путь не удовлетворяет известному принципу соответствия, который в данном

контексте требует, чтобы в предельном случае более общая теория переходила в уже известную классическую.

Здесь уместно привести теорему, впервые доказанную известным кибернетиком У.Эшби: *у системы тем больше возможностей в выборе поведения, чем сильнее степень согласованности поведения ее частей (т.е. в чем большей степени ее можно назвать системой, авт.).*

Теорема Эшби описывает систему в точке бифуркации, причем по сути он при этом использует понятие "степень эмерджентности объекта", хотя в явном виде и не вводит его. Более того, он указывает на источник эмерджентности: – взаимодействие частей и связывает уровень системности или уровень системной организации с степенью взаимодействия этих частей.

В теории информации есть теорема, доказывающая, что энтропия системы в целом меньше суммы энтропий ее частей на величину взаимной информации частей друг о друге. Таким образом, можно утверждать, что *способность системы к выбору прямо пропорциональная степени ее эмерджентности и самым непосредственным образом связана с ее способностью противостоять действию закона возрастания энтропии.*

Таким образом, и теоретико-информационное рассмотрение сложных активных самоорганизующихся систем, каким является человек и системы с участием человека, и рассмотрение квантовых систем, приводит к необходимости разработки эмерджентной теории информации, в которой используется обобщенное понятие информации, учитывающее эффект системности с помощью коэффициента эмерджентности.

Рассмотрим численный пример вычисления коэффициента эмерджентности для простого случая, когда все рассматриваемые места работы равновероятны. Пусть количество мест, куда может пойти работать выпускник после получения 1-й специальности будет равно: $W_1=6$, после получения 2-й специальности: $W_2=10$, а при *одновременном* получении обоих <http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/10.pdf>

специальностей *дополнительно* появляется еще $\Delta W=16$ мест работы, откуда:

$$W_3 = W_1 + W_2 + \Delta W = 32 \quad (1.6)$$

Сравнивая выражения (1.6) и (1.3) видим, что новые дополнительные состояния, образующиеся за счет квантовых и системных эффектов, математически в теории информации и квантовой механике учитываются совершенно аналогично.

Тогда в 1-м случае, если мы узнаем, что выпускник устроился на определенное место работы, то мы получаем

$$I_1 = \text{Log}_2 W_1 \approx 2,58 \text{ бит}$$

информации, во 2-м случае, соответственно:

$$I_2 = \text{Log}_2 W_2 \approx 3,32 \text{ бита}$$

Но в 3-м случае мы получаем не

$$I_3 = \text{Log}_2 (W_1 + W_2) = 4 \text{ бита,}$$

как можно было бы ожидать, если бы не было интерференции последствий, т.е. системного эффекта, а:

$$I_3 = \text{Log}_2 W_3 = 5 \text{ бит.} \quad (1.7)$$

т.е. на 1 бит больше. Таким образом, *при наблюдении за поведением объектов, при рассмотрении их как элементов некоторой системы, мы получаем больше информации, чем при рассмотрении их как автономных объектов, т.е. вне системы, даже при том же их поведении.* Это можно объяснить тем, что дополнительная информация – это и есть информация о системе, о том, как она влияет на поведение своего элемента.

16 дополнительных состояний (мест работы) выпускника в 3-м случае образовались за счет системного эффекта (эмерджентности) и являются "смешанными", образующимися за счет *одновременного* наличия у выпускника свойств, полученных при окончании и 1-й, и 2-й специальности, поэтому, учитывая выражения (1.5) и (1.6), получаем:

$$I_3 = \text{Log}_2 W_3 = \text{Log}_2 (W_1 + W_2)^{\Phi}$$

Откуда:

$$\varphi = \frac{\text{Log}_2(W_1 + W_2 + \Delta W)}{\text{Log}_2(W_1 + W_2)} = \frac{5}{4} = 1,25$$

Следовательно, одновременное окончание двух специальностей в рассмотренном случае дает системный эффект 1,25.

Таким образом, предлагаемый концептуальный подход к построению эмерджентной теории информации *позволяет количественно учитывать системный эффект или эмерджентность непосредственно на уровне самого понятия "информация"*, что имеет важное значение для науки и практики применения теории информации и системного анализа для управления активными объектами [5, 8].

Алгоритм автоматического разделения классов на типичную и нетипичную части

Если до прохождения точки бифуркации в модели был детальный список классов, соответствующих состояниям объекта управления, то после прохождения этой точки данный список становится неадекватным и необходимо сформировать новый. Ситуацию после прохождения точки бифуркации можно сравнить с расфокусировкой зрения, в результате которой вместо детальной картины мы начинаем видеть какие-то расплывчатые силуэты и не можем определенно понять, что это за объекты. Иначе говоря результате при идентификации состояния объекта с этими неясными расплывчатыми классами возникают ошибки идентификации, которые мы используем для формирования новых обобщенных образов. При повторении этого процесса со всеми классами у нас возникает новая четкая картина, отличающаяся от предыдущей.

Опишем алгоритм этой процедуры, реализованный в системе "Эйдос". Отметим, что данный алгоритм работает при любом объеме обучающей выборки и гораздо быстрее, чем распознавание, т.к. идентификация объектов обучающей выборки производится не всеми классами, а лишь с теми, к которым объект относится по экспертным оценкам.

Шаг 1-й: Цикл по моделям до тех пор, пока не сработает один из критериев остановки:

- либо пройдет заданное количество итераций,
- либо будет достигнут заданный уровень достоверности модели

Шаг 2-й: Копирование модели из текущей директории в новую директорию с именем: Iter_##, где ##-номер итерации.

Шаг 3-й: Удаление из анкет обучающей выборки кодов всех классов, которых НЕТ в справочнике классов.

Шаг 4-й: Создать БД ValidSys.dbf и считать ее как в GenValidSys().

Шаг 5-й: Создать БД результатов распознавания и массива-локатора.

Шаг 6-й: Начало цикла по объектам обучающей выборки

Шаг 7-й: Сформировать массив кодов классов, к которым относится объект, а также массив кодов его признаков (для распознавания)

Шаг 8-й: Провести распознавание данного объекта ТОЛЬКО ПО ТЕМ КЛАССАМ, к которым он относится.

Шаг 9-й: Если при распознавании объект не был отнесен к некоторым из тех классов, к которым он относится, то разделить эти классы на типичную и нетипичную части, и, соответственно, перекодировать анкету обучающей выборки данного объекта, но только в том случае, если этот класс еще не был разделен, а если был – то просто перекодировать анкету и все (т.е. каждый класс разделять не более 1-го раза за проход всех анкет).

Шаг 10-й: Конец цикла по объектам обучающей выборки.

Шаг 11-й: Конец цикла по итерациям (моделям).

Численные эксперименты, проведенные с данным режимом при выполнении дипломных и диссертационных работ, а также проведении других научных исследований, показали его чрезвычайно высокую эффективность. В ряде случаев удавалось получить 100% достоверность идентификации контрольной обучающей выборки на оптимизированной модели, полученной в результате приведенного итерационного алгоритма [10].

Вывод: в данной работе был предложен алгоритм и его программная реализация, обеспечивающие автоматизированное формирование новой

<http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/10.pdf>

системы классов, соответствующих новой системе состояний активного объекта управления после прохождения им точки бифуркации. Авторы считают, что данный алгоритм и СК-анализ вместе составляет автоматизированный системный анализ (АСА).

Литература

1. Луценко Е.В. Универсальная автоматизированная система распознавания образов "Эйдос" (версия 4.1).-Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1995.- 76с.
2. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). - Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. - 280с.
3. Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Монография (научное издание). – Краснодар: ТУ КубГТУ, 1999. - 318с.
4. Симанков В.С., Луценко Е.В., Лаптев В.Н. Системный анализ в адаптивном управлении: Монография (научное издание). /Под науч. ред. В.С.Симанкова. – Краснодар: ИСТЭК КубГТУ, 2001. – 258с.
5. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.
6. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с.
7. Луценко Е.В., Лойко В.И. Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография. – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с.
8. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №05(21). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf>
9. Стабин И.Б., Моисеева В.С. Автоматизированный системный анализ. –М.: Машиностроение, 1984. – 312 с.
10. Лебедев Е.А. Синтез скоринговой модели методом системно-когнитивного анализа. // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №05(29). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/05/pdf/14.pdf>
11. Фейнман Р. Характер физических законов. –М.: Мир, 1968. 232 с.

Примечание: для удобства читателей эти и другие работы автора размещены на его сайте по адресу: <http://lc.kubagro.ru/aidos/eidos.htm>