

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ОТДЕЛЕНИЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК РАН  
ИНСТИТУТ ФИЛОСОФИИ РАН  
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ УПРАВЛЕНИЯ ИМ.В.А. ТРАПЕЗНИКОВА РАН  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ РАН ПО МЕТОДОЛОГИИ  
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ РАДИОТЕХНИКИ, ЭЛЕКТРОНИКИ И АВТОМАТИКИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА**

# **ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ: ФИЛОСОФИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ИННОВАЦИИ**

**СБОРНИК ТРУДОВ  
VII Всероссийской конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых**

**13–15 ноября 2013 г.  
МГТУ МИРЭА**

**Часть 1  
Секции I–III**

**Москва  
2013**

УДК 100.32  
ББК 32.813  
И 86

**Под редакцией д. филос. н. Д. И. Дубровского  
д. филос. н. Е. А. Никитиной**

**Рецензенты: д. ф. - м. н., проф. В. Г. Редько  
д. филос. н., проф. Т. Н. Семенова**

**И 86** Искусственный интеллект: философия, методология, инновации. Сборник трудов VII Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Часть 1. Секции I–III. г. Москва, МГТУ МИРЭА, 13–15 ноября 2013 г. Под ред. Д. И. Дубровского и Е. А. Никитиной — М.: Радио и Связь, 2013. — 154 с.

В сборнике трудов междисциплинарной конференции молодые ученые, аспиранты и студенты исследуют и решают актуальные философские, методологические и теоретические проблемы искусственного интеллекта. Существенное внимание в сборнике уделяется применению интеллектуальных систем в науке, технологиях, образовании. Обсуждаются мировоззренческие и ценностные аспекты применения интеллектуальных систем в различных сферах жизни общества, социально-гуманитарные проблемы информационного общества

**Издание осуществлено при финансовой поддержке  
РГНФ. Проект №13-03-14043**

**ISBN 978-5-94101-278-7**

**© МГТУ МИРЭА, 2013**

# Секция I. ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ, МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

**Руководители: академик РАН, д. филос. н.,  
проф. В.А. Лекторский (ИФ РАН);  
д. ф. - м. н., проф. В.Г. Редько (НИИСИ РАН);  
д. филос. н., проф. Е.А. Никитина (МГТУ МИРЭА)**

---

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЙ

**Н.А. Дружинина**

*Филиал Национального исследовательского университета  
«МЭИ» в г. Смоленске*

Управление процессами, происходящими на инновационной промышленной площадке, невозможно без предварительной оценки последствий стратегий её развития. Стоит отметить, что моделирование таких систем как инновационная промышленная площадка, осложнено тем, что их целостное описание возможно лишь на качественном уровне, поэтому эффективным решением может быть использование моделей, основанных на экспертной информации.

Так, к исследованию процессов, происходящих на инновационной промышленной площадке и управлению отношениями между их участниками можно применить методологию когнитивного моделирования. Её эффективность объясняется рядом факторов:

- нет необходимости предварительно описывать отношения влияния участников процесса друг на друга;
- наглядное представление процесса;
- интеграция с методами оценок результатов анализа.

Интуитивно предполагаемый исход изменений, происходящих на площадке при выборе того или иного сценария, далеко не всегда совпадает с реальностью. Поэтому потенциал когнитивных карт при

моделировании сложных систем может быть полностью использован только в том случае, если применяется мощный вычислительный аппарат и инструменты визуализации.

Когнитивное моделирование процессов, происходящих на инновационной промышленной площадке, основано на построении когнитивной карты. Значения переменных, определяющих состояние системы (площадки), представляется в виде факторов-концептов, взаимодействие которых изображается причинно-следственными связями. При построении карты формируется субъективная модель знаний экспертов-аналитиков. Затем к ней применяются аналитические методы обработки, позволяющие исследовать структуру системы и протестировать её при различных изменениях факторов. Целью является отыскание оптимальных в зависимости от поставленных задач рычагов воздействия на систему, которые в дальнейшем будут использованы для формирования стратегий.

Весь процесс моделирования проходит на двух уровнях: аналитическом и математическом. На первом уровне эксперт-аналитик, исходя из своих знаний о процессе, формирует так называемую понятийную модель, состоящую из факторов и причинно-следственных связей. Понятийная модель трансформируется в когнитивную карту. На втором уровне ведется обработка карты. Затем снова происходит переход на первый уровень, поскольку результаты должны быть представлены в терминах предметной области.

Формирование стратегий развития площадки с помощью когнитивного моделирования может быть представлено в виде последовательности процедур:

- 1) составление экспертной группой согласованного списка концептов;
- 2) определение отношений влияния между концептами;
- 3) построение когнитивной карты;
- 4) анализ системных характеристик когнитивной карты;
- 5) определение рычагов воздействия на систему.

Формализация задач построения когнитивных карт и их дальнейшего анализа предполагает определение средств описания состояний концептов (значений переменных системы) и способов задания взаимовлияния концептов, влияния нескольких концептов на один выходной концепт. Кроме того, позволяет определить по карте способы передачи влияния и их характер.

Для выявления целевых показателей эффективности рассматриваемой в ходе исследования инновационной промышленной площадки использовались когнитивные модели, в основе которых лежит аппарат нечеткости, связи между концептами были выражены чис-

ленно от  $-1$  до  $+1$ , а силу связи определяла группа экспертов-аналитиков.

Нечеткие когнитивные карты, описывающие систему, строились на основе опроса экспертов-аналитиков. Необходимо отметить, что полученная от экспертов информация была обработана с целью согласования используемой экспертами терминологии.

Рассмотрим пошагово проведенные процедуры разработки и анализа когнитивных карт для инновационной промышленной площадки.

Шаг 1. Каждому эксперту-аналитику было предложено выявить ряд факторов, влияющих на процессы инновационной площадки. После согласования их мнений, был сформирован набор концептов. Общими являлись следующие концепты:

К1 Информационное взаимодействие с научными центрами.

К2 Количество технических кластеров.

К3 Доля средств и технологий, необходимых для производства инновационной продукции.

К4 Степень развитости структуры вспомогательных производств.

К5а Доля производимой продукции.

К5b Доля интеллектуальных инноваций.

Шаг 2. Экспертами устанавливаются причинно-следственные связи между переменными системы. Для этого составлены Excel-таблицы — это матрицы размерностью  $K[n] * K[n]$ . В их ячейках на пересечении строк-концептов  $K[n]$  и столбцов-концептов  $K[n]$  каждый эксперт указал факт наличия связи.

Шаг 3. Эксперты определяют характер связи между концептами. Таким образом, на данном этапе формируется исходная когнитивная карта, представленная ориентированным графом (рис. 1).

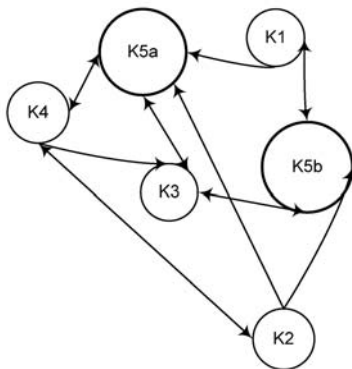


Рис. 1. Фрагмент когнитивной карты.

Шаг 4. После установления характера влияний, экспертам было предложено оценить силу каждого влияния. Для чего снова использовались Excel-таблицы-матрицы размерностью  $K[n] * K[n]$ . В построенной когнитивной матрице отражены связи между концептами, которые явно существуют в представлении экспертов. Но для полного анализа причинно-следственной структуры необходимой является также информация о неявных (опосредованных) взаимных влияниях концептов. Учесть все имеющиеся в системе опосредованные взаимовлияния позволяет операция транзитивного замыкания когнитивной матрицы [1].

$$R = R \vee R^2 \vee R^3 \vee \dots \vee R^n, \quad (1)$$

где  $n$  — число концептов,

$R$  — матрица, полученная из исходной когнитивной матрицы.

Итоговая матрица, полученная таким образом, становится базой для анализа с помощью интегральных системных показателей нечёткой когнитивной карты: консонанса ( $\vec{C}_i, \vec{C}_j$ ), диссонанса ( $\vec{D}_i, \vec{D}_j$ ), влияния концептов на систему ( $\vec{P}_i$ ), и системы на концепты ( $\vec{P}_j$ ). Основываясь на ряде правил, по значениям приведенных показателей можно выявить доминирующие связи и определить степень доверия к характеру влияния между концептами, меру согласованности присутствия в системе тех или иных концептов. Предварительно в системе необходимо выделить целевые показатели, на которые будут непосредственно или опосредованно влиять изменения остальных концептов.

Так, анализ значений показателей позволил заключить, что наибольшее положительное влияние на систему  $> 0,52$  оказывают концепты:

- а) развитость инфраструктуры вспомогательных производств,
- б) доля высококвалифицированных кадров, занятых разработкой инновационной продукции,
- в) наличие взаимодействия с научными и исследовательскими организациями.

При этом согласованность их присутствия в системе подтверждается большим положительным значением консонанса  $> 0,79$  и незначительным значением диссонанса  $< 0,25$ . Следует отметить, что на показатели а) и в) с той или иной степенью оказывает положительное влияние сама система, инновационная промышленная площадка. Однако это совершенно не означает, что данный факт может привести к нестабильности системы. Скорее можно отметить, что внешнее влияние на эти концепты будет поглощено системой и не вызовет значительной ответной реакции. Что касается концепта б), то можно отметить, что система оказывает на него ответное положи-

тельное влияние, но со значительно меньшим консонансом. А, следовательно, привлечение квалифицированных кадров поможет «сдвинуть» систему в положительную сторону, при этом по мере своего развития, система будет влиять на данный концепт, то есть способствовать привлечению квалифицированных работников в разработку и производство инновационных продуктов и услуг.

Приведенный пример показывает, как аппарат когнитивного моделирования может помочь в выявлении рычагов воздействия и в последующем формировании стратегий развития инновационной промышленной площадки.

Применение методологии когнитивного моделирования в данной предметной области можно расширить: например, провести декомпозицию существующих концептов. Кроме того, статическое когнитивное моделирование может быть дополнено динамическим, что позволит прогнозировать состояние концептов во времени, тем самым определить, как будет развиваться инновационная промышленная площадка при реализации тех или иных стратегий. Данный вопрос является целью дальнейшего исследования.

### **Литература:**

1. Борисов В.В., Федулов А.С. Обобщенные нечеткие когнитивные карты // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. 2004. №4. С. 3–20.

## **СПИРАЛЬНАЯ КОГНИТИВНАЯ МЕТАДИНАМИКА КАК МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ**

**М.Ю. Прокопчук, Ю.А. Прокопчук**

*Украинский государственный химико-технологический университет,  
Институт технической механики НАНУ и НКАУ*

Концепция спиральной когнитивной метадинамики (СКД) предложена в работе [1]. СКД раскрывает операциональный аспект *парадигмы предельных обобщений*. В работах [2, 3] исследуются общие холистические механизмы когнитивного системогенеза в аспекте проблематики сложности, формируется полный набор базовых когнитивных структур и изучаются их свойства. Модели интеллектуальной эволюции рассматриваются, в частности в [4].

**Основная часть.** Множество значений теста (модальности)  $\tau$  с обобщающими связями называется оргграфом значений и обозначает-

ся  $Gv(\tau) = \{a \rightarrow_e b\}_\tau$ , где  $a, b$  — значения теста ( $b$  обобщает  $a$ ;  $a$  детализирует  $b$ );  $e$  — структурная энергия. Фундаментальная триада ( $a \rightarrow_e b$ ), реализуя *сильные связи*, является простейшим системопаттерном и базовым конструктом смысла. Первичные оргграфы значений определяются «генетикой» системы и описывают трансляцию энергии (движение информации) от сенсориума к высшим когнитивным уровням [3].

Если на базовые значения одного теста наложить ограничение целостности и проследить эволюцию данной целостности (домена) в процессе обобщения, то получим *оргграф доменов теста*  $G(\tau) = \{T \rightarrow_e T'\}_\tau$ , где  $T, T'$  — домены;  $e$  — структурная энергия. Для фиксации того, что в качестве множества результатов теста  $\tau$  используется домен  $T$ , будем использовать нотацию:  $\tau/T$ . Если ограничение целостности наложить на группу значений разных тестов и проследить эволюцию данной целостности (образа) в процессе обобщения, то получим *оргграф набросков образа*  $Gs(W) = \{P \rightarrow_e P'\}W$ , где  $W$  — произвольное явление действительности или образ;  $P, P'$  — наброски;  $e$  — структурная энергия (активность). Причем  $|I(P')| < |I(P)|$ , где  $I$  — оператор вычисления информации или оценки качества (набросок-потомок более «грубый», чем набросок-родитель). Любой набросок  $P$  при декогерентном рассмотрении является динамической структурой, например аттрактором, суррогатной моделью или множеством значений тестов  $\{\tau\}P$ .

$Z$ -задачи вместе с другими тестами формализуют акты различения (дифференциации) [2]. *Акт различения* — это системоквант «мысле-действия» когнитивной системы, базовая функция наблюдателя, поэтому мыслительный многоконтурный процесс можно свести к замкнутым циклам превращений одних различений в другие. Для решения той или иной когнитивной задачи ( $Z$ -задачи) формируется множество прецедентов с известными исходами  $\Omega = \{\alpha(\{\tau/T\}, z/Z)\}$ , где  $Z = \{1, \dots, N\}$  — множество заключений (различий, образов, диагнозов, прогнозов, управлений);  $\alpha$  — прецеденты;  $\{\tau/T\}$  — множество значений тестов. Множество  $Z$  является базовым доменом  $z$ -теста с оргграфом  $G(z)$ , следовательно, любая  $Z$ -задача автоматически порождает иерархию более простых  $Z$ -задач (набросков задач). Фиксация  $Z$ -задачи создает упреждающую систему категориальных ожиданий, которая подготавливает внимание к сбору информации о признаках объектов (фиксируется  $\{G(\tau)\}$ ). *Контекстом*  $Z$ -задачи называется кортеж  $K = \langle \Omega(Z), \{G(\tau)\}, G(z) \rangle$ . Заданием  $K$  любой прецедент *погружается* в контекст  $K$ .



**Функциональная система (ФС)** — полная в определенном смысле совокупность системопаттернов, решающая  $Z$ -задачу. Среда радикалов — частный случай ФС. Следовательно, в процедурном плане любая  $Z$ -задача решается с помощью соответствующей СР или ФС [2].

**Идеальной закономерностью**  $V$  в рамках контекста  $K = \langle \Omega(Z), \{G(\tau)\}, G(z) \rangle$  называется произвольная совокупность значений тестов, позволяющая однозначно установить заключение:

$$V = (\{\underline{a}/A\} \rightarrow z/Z), \exists \alpha(\{\tau/T\}_\alpha, z/Z) \in \Omega(Z): \{\underline{a}/A\} \subseteq \{\tau/T\}_\alpha. \quad (1)$$

Компактная запись:  $V = (\{\underline{a}/A\}, z/Z)$ . Закономерность является разновидностью системопаттерна и примером *ad hoc гипотезы*. Ее можно трактовать как когнитивный условный рефлекс. Идеальные закономерности ассоциативно связывают между собой орграфы доменов, значений и набросков. **Формальным синдромом**  $S$  в рамках контекста  $K$  называется неизбыточная идеальная закономерность. Закономерность  $V' = (\{\underline{a}/A\}', z/Z)$  доминирует закономерность  $V = (\{\underline{a}/A\}, z/Z)$ , если  $\{a\}' \subseteq \{a\}$ ,  $\forall a \in \{a\}' : A \leq A'$  и выполняется хотя бы одно из условий: а)  $|\{a\}'| < |\{a\}|$ ; б)  $\exists a \in \{a\}' : A < A'$ . **Предельным синдромом**  $S^*$  в рамках контекста  $K$  называется синдром, у которого отсутствуют доминирующие закономерности. Синдромы и предельные синдромы являются результатом неосознаваемой когнитивной категоризации или обобщения. Обобщение без осознания — это одно из фундаментальных свойств природных когнитивных процессов и памяти.

**Моделью знаний** называется произвольное множество закономерностей  $\{V\}$ , которое позволяет установить заключение как минимум для каждого прецедента из  $\Omega(\{\tau/T_0\}, Z)$ . Ясно, что  $\{S^*\}_{Full} \subseteq \{S\}_{Full} \subseteq \{V\}_{Full}$ . Модель знаний представляет собой *ad hoc теорию* (теорию «налету»). Достоинством таких теорий является быстрота формирования и использования. Орграфы набросков и модели знаний являются основой формирования эмерджентных свойств когнитивных систем.

**Модуль компетентности (МК)** представляет собой совокупность всех структур в рамках  $Z$ -задачи, а именно:  $MK_Z = \langle K \vee \{G_S(W)\}, \{V\}, \{S\}, \{S^*\}, \{CP/\Phi C\} \rangle Z$ . Орграф МК — совокупность взаимосвязанных МК, отвечающих орграфу  $G(z)$ . Орграф МК является формализацией *слоя познания* в рамках произвольной  $Z$ -задачи. Каждый МК отражает результаты всех этапов когнитивной самоорганизации в слое познания

$$\Omega(\{\tau/T_0\}, Z), \{G(\tau)\} \vee \{G_V(\tau)\} \rightarrow \{G_S(\alpha)\} \rightarrow \{V\} \rightarrow \{S\} \rightarrow \{S^*\} \rightarrow \{\Phi C\}. \quad (2)$$

**СКД.** Слои познания спирали в рамках каждой  $Z$ -задачи формируют процессы самоорганизованной критичности (1): первоначально на основе банка орграфов значений тестов (системы координат)  $\{Gv(\tau)\}_Z$  и банка прецедентов  $\Omega(Z)$  спонтанно возникают фрактальные орграфы набросков образов  $Gs(W)$ ; затем на основе орграфов набросков спонтанно формируются предельные модели знаний, состоящие из идеальных закономерностей; затем модели знаний “материализуются” в виде ФС или СР [2, 3]. Метaperеход на следующий слой познания (следующий уровень сложности) осуществляется путем трансформации орграфов набросков в орграфы значений. Процесс познания повторяется на новом уровне сложности (рис. 1).

### Когнитивная самоорганизация – спираль усложнения

Синергетика второго порядка или синергетика сложности (феномен системы)

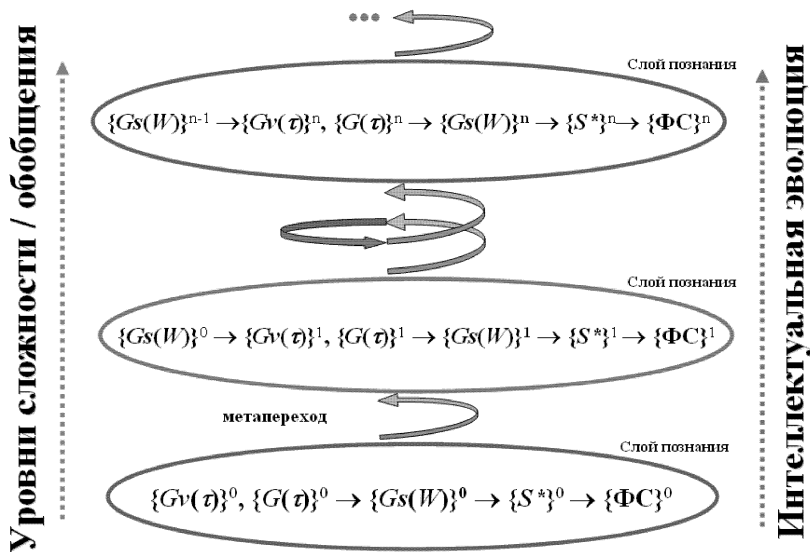


Рис. 1. Спиральная когнитивная метадинамика.

Спиральная когнитивная метадинамика представляет собой путь направленного морфогенеза или спонтанного нарастания сложности. СКД опирается на процесс самоорганизации (2) и свойство орграфов набросков переходить в орграфы значений на более высоком системном уровне. В рамках каждого слоя познания имеет место самоорганизующаяся критичность (один виток спирали — конечный процесс), в то время как количество метaperеходов (усложнений) не лимитировано. Более высокие уровни познания (управления)

рассматриваются как ингибиторы активности более низких уровней. Однако при оптимальном регулировании управление происходит с минимальным участием высших уровней (действуют автоматизмы). СКД не предполагает вербализацию, поэтому характерна для всех живых существ, но у человека эволюция, как в филогенезе, так и в онтогенезе достигла максимального уровня сложности.

На определенной «высоте» (уровне сложности) может происходить *разрыв связей* между орграфами значений и порождающими их орграфами набросков (происходит абстрагирование). Так возникают значения–слова, понятия и асинтаксический протоязык. То есть можно полагать, что для образов таких элементов мира, как слова естественных языков, нужна большая «высота» нейронных образов («высота» представляет собой «расстояние» нейронного представления элемента мира от «ближайшего сенсорного входа» [5]). Как отмечается в [5] именно способность человеческого мозга создавать нейронные образы большой высоты позволяет людям овладевать и пользоваться языком.

В рамках СКД реализуются основные положения теории нейронного дарвинизма Дж. Эдельмана. Так принцип селекции реализуется, в частности в следующих структурах и процессах:

- в орграфах значений, доменов, набросков (отбираются критические наброски, формируется динамическое ядро);
- на множестве идеальных закономерностей  $\{V\}$  (отбираются конкурирующие модели знаний);
- на множестве механизмов реализации любого системопаттерна;
- в среде радикалов — СР, внутри функциональных систем — ФС и моделей «собственного поведения» — СП (формируются критические пути);
- между СР/ФС/СП модуля компетентности — МК;
- между разными МК (разными Z-задачами) на базе орграфа задач  $G(z)$ ;
- между слоями познания (при оптимальном регулировании управление происходит с минимальным участием высших уровней).

**Выводы.** Модель СКД вписывает когнитивный опыт в эволюционный процесс, раскрывает синергетику сложности когнитивных систем. Для СКД характерны самоподобие, саморазвитие, самодвижение. Главный феномен и движущая сила эволюции заключаются в том, что с возрастанием уровня сложности возрастает управляемость фазовыми переходами в энергетическом поле слоя (осцилляторной активностью) и управляемость перемещением динамического ядра и, как следствие, возрастает степень осознанности (наблю-

даемости) когнитивных процессов. Пределом управляемости и наблюдаемости является логическое мышление. Скорость усложнения конкретного МК зависит от частоты решения учебных, бытовых или профессиональных задач.

СКД показывает, что сознание не замкнуто, но в рамках каждого слоя познания имеет естественную границу, горизонт достижимости, ментальную границу сложности.

### **Литература:**

1. *Prokopchuk Y.* Spiral Cognitive Metadynamics // Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures — BICA (Kiev, Ukraine, September 14–15). — Fairfax, USA, The BICA Society Publ, 2013. — P. 25.
2. *Прокопчук Ю.А.* Модели когнитивных архитектур и процессов на основе парадигмы предельных обобщений / Ю.А. Прокопчук // Кибернетика и вычисл. техника. — 2013. — Вып. 171. — С. 37–51
3. *Прокопчук Ю.А.* Формальные модели базовых сущностей «оргаф значений» и «структурная энергия»/ Ю.А. Прокопчук // Кибернетика и вычисл. техника. — 2013. — Вып. 172. — С. 61–78
4. *Редько В.Г.* Эволюция, нейронные сети, интеллект: Модели и концепции эволюционной кибернетики/ Изд.8, стереот./ Синергетика: от прошлого к будущему. №23. — М.: URSS, 2013. — 224 с.
5. *Дунин-Барковский В.Л.* Понимание механизмов понимания: перспективы ближайшего будущего // Труды конференции «Нелинейная динамика в когнитивных исследованиях — 2013» (Нижний Новгород, Ин-т прикладной физики РАН [и др], 25–27 мая 2013 г.). — Нижний Новгород: ИПФ РАН, 2013. — С. 48–50.

## **К ВОПРОСУ МНОГООБРАЗИЯ СФЕР БЫТИЯ**

***Е.В. Пахонина***

*Вологодский государственный педагогический университет*

Онтологические проблемы существования являются основополагающими в философии. К вопросу многообразия сфер бытия философы, ученые, исследователи обращались во все времена. Историко-философское представление об уровнях и формах существования следует дополнить естественно-научными и гуманитарными представлениями. Традиционные понятия биосфера, ноосфера, макромир, микромир существенно добавляют такие понятия, как «концептосфера», «техносфера», «инфомир».

При изучении специфики концептов, Д.С. Лихачев использует понятия «концептосфера» и «идиосфера». Проводя этимологический анализ концепта, Лихачев отмечал, что концепт замещает основное (словарное) значение слова, выясняемое из контекста или общей ситуации и «является результатом столкновения словарного значения слова с личным и народным опытом человека... Потенции концепта тем шире и богаче, чем шире и богаче культурный опыт человека» [3]. При этом каждый концепт существует в определенной авторской «идиосфере», обусловленной кругом ассоциаций каждого отдельного человека, возникающей в индивидуальном сознании как намек на возможные значения и как отклик на предшествующий языковой опыт человека в целом — поэтический, прозаический, научный, социальный, исторический.

В связи с тем, что концепт расширяет значение слова, оставляя возможность для домысливания, предполагает богатые возможности при замещении, а также ограничение, определяемое контекстом употребления, Лихачев использует понятие «концептосфера», в которой объединяются слова, вещи, мифологемы, ритуалы и т.д.

В концептосфере фиксируются культурный опыт, знания, навыки, которыми определяется богатство или бедность значений слова у каждого человека. Индивидуальные концептосферы, в свою очередь, складываются в концептосферу национального языка, включающую в себя все богатство культуры нации, ее исторический опыт. При этом Лихачев утверждал, что следует разделить концепты на «априорные (доопытные)» и «апостериорные (опытные, эмпирические)», к последним он относил «Любовь», «Веру», «Радость», «Свои» — «Чужие», «Родная земля» и многие другие [3].

Структурные особенности концептосферы существенно дополняют исследования А. Вежбицкой в области возможности создания естественного семантического метаязыка. Изучая особенности русского национального характера, отражающегося в языке, исследовательница выделяет концептуальные универсалии, семантические примитивы, которые являются общими для всех языков и взаимопереводимыми, а также могут использоваться для определения значений других слов. Вежбицкая разработала основы универсального семантического метаязыка, который может быть использован при сравнении культур без этноцентрической предвзятости для построения универсально значимой психологии культуры, что, в свою очередь, позволяет говорить о «духовном» единстве человечества.

В частности, анализируя специфику эмоциональных концептов и концептов-цветообозначения, она приходит к выводу, что существуют семантические или понятийные примитивы («кирпичики») — концепты, которые никакими толкованиями далее не объясняются и

представляют собой «алфавит человеческой мысли». Такие «семантические примитивы имеют свой собственный синтаксис и в совокупности с последним образуют естественный «мини-язык»» [1]. Язык семантических примитивов позволяет строго и эксплицитно описать все пространство значений во всех языках.

Воспринимаемые ощущения, согласно Вежбицкой, могут концептуализироваться различными способами, в свою очередь, концепты потенциально воспринимаемы, поддаются передаче другим людям, а на основе общего человеческого опыта создаются единые фундаментальные концептуальные модели. Эмоциональные концепты, включая базисные понятия, могут быть истолкованы через универсальные семантические примитивы, язык которых позволяет строго и эксплицитно описать все пространство значений во всех языках.

Вежбицкая отмечает, что предложенные ею дефиниции во многом отличаются от классических толкований, в частности от аристотелевской модели. Эмоциональные концепты, с ее точки зрения, больше похожи на прототипические модели поведения или сценарии, которые задают последовательность мыслей, желаний, чувств, поэтому их можно рассматривать как формулы, предусматривающие строгое разграничение необходимых и достаточных условий, не допускающие «размытия» границ между понятиями. Человеческая концептуализация эмоций, утверждает исследовательница, «являет собой систему неосознаваемых противопоставлений невероятной чувствительности, тонкости и точности» [1].

Языковая концептуализация отличается в разных культурах, поскольку каждый язык отражает национальные психологические особенности восприятия действительности, ценностные приоритеты, историко-географические особенности развития страны, государства, но в то же время существуют концептуальные универсалии, которые могут быть обнаружены путем концептуального анализа, основанного на данных многих языков мира. Поиски семантических примитивов или элементарных понятий, согласно Вежбицкой, связаны с выявлением «лексических универсалий, то есть понятий, которые могут быть лексикализованы (в виде отдельных слов или морфем) во всех языках мира» [1]. Однако она не отрицает, что могут существовать такие универсальные понятия, которые не могут быть воплощены в словах.

В условиях развития техногенной цивилизации, расширения возможностей человека при помощи техники, можно говорить о существовании «техносферы» как явления второй природы. А в контексте исследований информационного общества, трансгуманизма и

искусственного интеллекта — как об относительно самостоятельной сфере бытия.

Техника на современном этапе развития общества и человека становится неотъемлемой частью нашей жизни. Об этом свидетельствует компьютеризация всех сфер жизни человека, развитие нейрокompьютерных технологий, разработки в области макромедиа систем и пр. Расширяя возможности человека, технические средства, в силу своей совершенности, становятся незаменимыми вещами, «в которых слились средство и содержание, технология и психология, и которые, помимо удовлетворения потребности, ради которой они и были созданы, начинают удовлетворять иные потребности или даже их порождать» [2]. Мобильные телефоны, компьютерные и цифровые системы предполагают максимальную взаимосвязь с пользователем, становясь неразрывными его частями. Предельно расширив пространственно-временные границы, «сделав возможным мгновенный доступ к любой востребованной информации, новейшие технологии фактически сделали человека своим придатком, добровольно отдавшимся им в соблазне получить новую информацию, удовольствие и, в конечном счете, власть» [2].

Новейшие технологии в какой-то степени трансцендируют, выходят за пределы самих себя, наделяются объективацией, опять же, исходя из антропоморфизма психики человека. Об этом свидетельствуют разработки в области трансгуманизма, а также использование искусственного интеллекта в различных сферах жизнедеятельности человека.

Современное развитие человека и общества тесно связано с информацией и ростом знания, с информационной средой обитания человека, инфомиром, который под влиянием развития информационно-коммуникационных средств также стремительно расширяется. К информационной сфере существования человека можно отнести вполне традиционные понятия, такие как информация, знание, язык, текст, дискурс, универсалии, концепты, знаки, символы, образы, понятия, нарратив и пр., так и порождения посткультуры и информационного общества: когнитивная среда, симулякр, виртуальная реальность, контент, Интернет, интеллектуальные системы и др.

Информационное общество акцентирует внимание на том, что «совместная когнитивная деятельность человеческого сообщества становится основным доступным ресурсом, за счет которого будет происходить развитие человечества, так как все остальные ресурсы планеты, в отличие от когнитивных, конечны» [4]. Информационная сфера, пространство смыслов, мир идей развивается по собственным законам. В инфомире все объекты рассматриваются как инфо-объекты, которые отличаются от объектов микромира и макромира.

Инфообъекты являются неделимыми, придают смысловое единство и целостность миру. Такие объекты «подобны голограммам: их невозможно «разделить» на части (или «собрать» из частей) без потерь для представления о них» [4].

Таким образом, изменение общества ведет к расширению сфер бытия человека, что требует внимания и глубокого философского, социокультурного и психологического рассмотрения.

### **Литература:**

1. *Вежбицкая А.* Язык. Культура. Познание. Пер.с англ. / Отв.ред. М.А.Кронгауз, вступ. Ст. Е.П. Падучевой. — М.: Русские словари, 1997. — 416 с.
2. *Емелин В.А., Тхостов А.Ш.* Технологические соблазны информационного общества: предел внешних расширений человека // Вопросы философии. — 2010. — №5. — С. 84–90.
3. *Лихачев Д.С.* Концептосфера русского языка // Освобождение от догм. История русской литературы: состояние и пути изучения. Т. 1. — М., 1997.
4. *Меськов В.С., Мамченко А.А.* Мир информации как тринитарная модель Универсума. Постнеклассическая методология когнитивной деятельности // Вопросы философии. — 2010. — №5. — С. 57–68.

## **МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ ИНВЕСТОРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В СРЕДЕ ПРОЗРАЧНОЙ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ**

**З.Б. Сохова**

*Научно-исследовательский институт  
системных исследований РАН*

В статье предлагается многоагентная модель прозрачной рыночной экономической системы. Работа является развитием работы [1], в которой была предложена модель взаимодействия агентов инвесторов и производителей в среде прозрачной экономической системы. В данной работе продемонстрирована работоспособность модели и получены первые результаты моделирования. Предлагаемый метод основан на подходе работ [2, 3], в которых использовались легкие агенты-посланники (аналоги искусственных муравьев, «artificial ants») для оптимизации работы производственного цеха и маршрутизации движения автомобилей в городе.



В настоящей работе легкие агенты используются для оптимизации функционирования сообщества инвесторов и производителей. В отличие от других работ по многоагентным экономическим моделям (см., например, [4]) рассматривается упрощенное экономическое сообщество, состоящее только из инвесторов и производителей, что позволяет построить и проанализировать модель достаточно четко.

### Общие положения

Полагаем, что имеется сообщество, состоящее из  $N$  инвесторов и  $M$  производителей, каждый из которых имеет определенный капитал  $K_{inv}$  и  $K_{pro}$ . Инвесторы и производители функционируют в среде прозрачной экономики, т.е. предоставляют всему сообществу информацию о своем текущем капитале и прибыли. Время  $t$  дискретно. Имеются периоды функционирования сообщества. Например, каждый период может быть равен одному году. Далее  $T$  — номер периода.

В начале каждого периода  $T$  отдельный инвестор делает вклад в  $m$  производителей. В конце периода производитель возвращает каждому инвестору капитал, вложенный инвестором, а также распределяет полученную им прибыль между инвесторами пропорционально их вкладам, при этом определенная доля прибыли остается у производителя.

В конце периода  $T-1$  каждый инвестор принимает решение: какой капитал вложить в того или иного производителя в следующий период  $T$ . Для того чтобы принять решение организуется итеративный процесс, который будет подробно описан ниже.

### Принципы функционирования сообщества производителей и инвесторов

Считаем, что перед началом периода  $T$   $i$ -й производитель имеет собственный исходный капитал  $C_{i0}$ . К капиталу каждого производителя добавляются вклады от инвесторов. Будем полагать, что производитель вкладывает в производство весь имеющийся у него к началу периода капитал  $C_i$ :

$$C_i = C_{i0} + \sum_{j=1}^N C_{ij}, \quad (1)$$

где  $C_{ij}$  — капитал, вложенный  $j$ -м инвестором в  $i$ -го производителя в начале периода. Считаем, что зависимость прибыли производителя

от его текущего капитала нелинейная  $Pr_i(C_i)$ : прибыль мала при малом капитале  $C_i$  и достигает насыщения или очень медленно возрастает при большом  $C_i$ :  $Pr_i(C_i) = k_i F(C_i)$ , где функция  $F$  одинакова для всех производителей, а коэффициент  $k_i$  характеризует эффективность производства  $i$ -го производителя. Величины  $k_i$  в конце каждого периода случайно варьируются. При компьютерном моделировании считалось, что функция  $F(x)$  имеет вид,  $F(x) = \frac{x^2}{x^2 + a^2}$ ,

где  $a$  — положительный параметр.

В конце периода  $T$  производитель возвращает инвесторам вложенный ими капитал. Кроме того, производитель выплачивает инвесторам часть полученной им прибыли. Причем  $j$ -му инвестору отдается часть прибыли, пропорциональная сделанному им вкладу в данного производителя:

$$Pr_{ij} = k_{\text{выпл}} Pr_i(C_i) \frac{C_{ij}}{\sum_{l=1}^N C_{il}}, \quad (2)$$

где  $C_i$  — текущий капитал (в начале периода)  $i$ -го производителя,  $k_{\text{выпл}}$  — параметр, характеризующий долю выплат прибыли инвесторам,  $0 < k_{\text{выпл}} < 1$ . Сам производитель получит остальную часть своей прибыли  $Pr_i$ , равную:

$$Pr_i = (1 - k_{\text{выпл}}) Pr_i(C_i). \quad (3)$$

### Схема итеративного процесса принятия решения инвесторами

Итеративный процесс, в течение которого определяются вклады инвесторов в производителей, состоит в следующем. На первой итерации инвесторы рассылают агентов-разведчиков по всем производителям и определяют, какой капитал имеется у каждого производителя в данный момент времени. Причем на первой итерации не учитываются вклады других инвесторов в производителей. Далее инвесторы оценивают величины  $A_{ij}$ , характеризующие прибыль, ожидаемую от  $i$ -го производителя в течение нового периода  $T$ . Эти величины  $A_{ij}$  равны:

$$A_{ij} = k_{\text{dist}} Pr_{ij} = k_{\text{dist}} k_{\text{выпл}} k_i F(C_{i0}) \frac{C_{ij}}{\sum_{l=1}^N C_{il}} \quad (4)$$

где  $C_{ij}$  — капитал, вложенный  $l$ -м инвестором в  $i$ -го производителя,  $C'_{i0}$  — предполагаемый исходный капитал  $i$ -го производителя в начале следующего периода (пока без учета вкладов инвесторов),  $k_{\text{dist}} = k_+$  либо  $k_-$ ,  $k_+ > k_-$ . Положительные параметры  $k_+$ ,  $k_-$  определяют степень доверия инвестора к производителю, т.е. полагается, что степень доверия инвестора к проверенному и непроверенному производителю равна  $k_+$  и  $k_-$ , соответственно. Эти параметры учитывают то, что инвестор предпочитает проверенных им производителей.

Затем инвестор ранжирует всех производителей в соответствии с величинами  $A_{ij}$  и выбирает  $m$  наиболее выгодных производителей, т.е. тех производителей, которым соответствуют большие величины  $A_{ij}$ . Далее  $j$ -й инвестор формирует намерение распределить весь свой капитал  $K_{\text{inv } j}$  по всем выбранным производителям, пропорционально полученным оценкам  $A_{ij}$  (для невыбранных производителей формально полагалось  $A_{ij} = 0$ ). А именно, намечается, что вклад  $j$ -го инвестора в  $i$ -го производителя  $C_{ij}$  будет равен:

$$C_{ij} = K_{\text{inv } j} \frac{A_{ij}}{\sum_{i=1}^M A_{ij}}. \quad (5)$$

На *второй итерации* каждый инвестор с помощью агентов намерений оповещает тех производителей, которых он выбрал для инвестиций, о величине капитала, который он намеревается вложить в каждого из производителей.

На основе этих данных производители оценивают свой новый исходный капитал  $C'_{i0}$ , который они ожидают после получения капитала от всех инвесторов, т.е. у производителя формируется оценка суммы  $\sum_{l=1}^N C_{il}$  и новая оценка своего капитала в соответствии с выражением (1).

Затем инвесторы снова высылают агентов-разведчиков ко всем производителям и оценивают новый капитал производителей  $C'_{i0}$  с учетом намерений других инвесторов. Делаются оценки прибыли, согласно выражению (4), в котором уже учитывается сумма вкладов всех инвесторов  $\sum_{l=1}^N C_{il}$ . Далее производители ранжируются, и капитал инвестора распределяется пропорционально новым полученным оценкам  $A_{ij}$ . Инвесторы снова рассылают агентов намерений, для того чтобы сообщить производителям намеченные величины вкладов.

Делается достаточно большое число таких итераций, после чего итерации заканчиваются, и инвестор принимает окончательное решение, какие вложения сделать на следующий период  $T$ . Окончательные вклады равны величинам  $C_{ij}$ , полученным инвесторами на последней итерации.

В конце каждого периода  $T$  капиталы производителей пересчитываются с учетом амортизации (например, это может быть, амортизация оборудования производителя)  $K_{pro}(T+1) = k_{amr}K_{pro}(T)$ , где  $k_{amr}$  — коэффициент амортизации ( $0 < k_{amr} \leq 1$ ). Аналогично учитываются расходы инвесторов (для удобства соответствующие величины будем называть коэффициентами инфляции) и пересчитывается капитал инвесторов  $K_{inv}(T+1) = k_{inf} K_{inv}(T)$ , где  $k_{inf}$  — коэффициент инфляции ( $0 < k_{inf} \leq 1$ ).

Если капитал инвестора или производителя стал меньше определенного малого порога  $Th_{min\_inv}$  или  $Th_{min\_pro}$ , то инвестор или производитель прекращает свою деятельность. Если же капитал инвестора или производителя стал больше высокого порога  $Th_{max\_inv}$  или  $Th_{max\_pro}$ , то такой инвестор или производитель порождает «потомка», при этом «родитель» отдает потомку половину своего капитала.

## Результаты моделирования

Параметры моделирования. Описанная выше модель была реализована в виде компьютерной программы на языке Java. Использовались следующие параметры расчетов:  $N_T = 100$ ; количество итераций  $k_{iter} = 20$ ; пороги  $Th_{max\_pro} = 1$ ,  $Th_{max\_inv} = 1$ ,  $Th_{min\_pro} = 0.01$ ,  $Th_{min\_inv} = 0.01$ ; максимальное количество производителей и инвесторов  $N_{pro\_max} = 100$ ,  $N_{inv\_max} = 100$ ; начальное количество производителей и инвесторов  $N_{pro\_initial} = 50$ ,  $N_{inv\_initial} = 50$ ;  $m = 100$ ;  $k_{выпл} = 0.3$ ; характерная величина случайной вариации коэффициентов  $k_i$ , определяющих эффективность  $i$ -го производителя  $\Delta k = 0.5$ ; параметр функции  $F(x)$ , определяющей величину прибыли  $a = 1$  или  $a = 10$ ;  $k_+ = 1$ ,  $k_- = 0.5$ . Начальные капиталы инвесторов и производителей, а также величины  $k_i$ , характеризующие эффективность производителей в начале расчета были случайными, равномерно распределенными в интервале  $[0, 1]$ . Для получения надежных данных всюду проводилось усреднение по 100 различным расчетам.

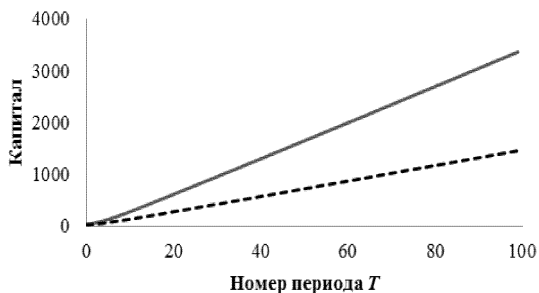
**Проверка сходимости итеративного процесса.** Была проверена зависимость конечного суммарного капитала производителей для типичного расчета в зависимости от числа итераций в каждом

периоде. Результаты для основного значения  $a = 1$  (параметра функции  $F(x)$ ) представлены на рис. 1. Видно, что итеративный процесс сходится в течение 10–20 итераций.



**Рис. 1. Сходимость итеративного процесса ( $k_{amr} = 1, k_{inf} = 1$ ).**

**Основной расчет.** Приведем результаты для расчета, в котором нет амортизации и инфляции:  $k_{amr} = 1, k_{inf} = 1$  (рис. 2). На рис. 2–4 капитал производителей показан сплошной линией, капитал инвесторов — штриховой линией.

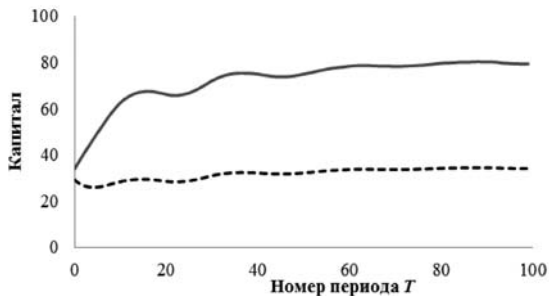


**Рис. 2. Зависимость суммарного капитала производителей и инвесторов от времени (номера периода). Идеальная экономическая среда:  $k_{amr} = 1, k_{inf} = 1$ .**

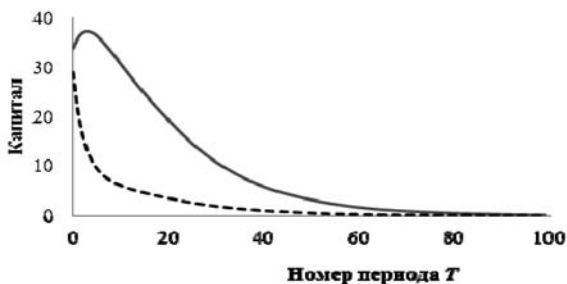
Рис. 2 показывает, что при  $k_{amr} = 1, k_{inf} = 1$  суммарный капитал производителей и инвесторов со временем растёт.

**Влияние амортизации капитала производителей и инфляции на моделируемые процессы.** При умеренной амортизации и инфляции суммарный капитал производителей и инвесторов со временем несколько повышается и при больших  $T$  почти не меняется

(рис. 3а). При высокой инфляции или амортизации капитал производителей и инвесторов уменьшается, и они погибают (рис. 3б).



а)  $k_{амр} = 0.8, k_{инф} = 0.8$



б)  $k_{амр} = 0.8, k_{инф} = 0.6$

**Рис. 3. Зависимость суммарного капитала производителей и инвесторов от времени. Различные уровни инфляции и амортизации.**

### Заключение

Таким образом, построена многоагентная модель прозрачной рыночной экономики. Продемонстрирована работоспособность модели и получены первые результаты компьютерных экспериментов. Проанализировано влияние параметров модели на исследуемые процессы.

Автор благодарит В.Г. Редько за плодотворные дискуссии и помощь в разработке модели.

**Литература:**

1. *Сохова З.Б., Редько В.Г.* Исследование поведения агентов-инвесторов и агентов-производителей в многоагентной модели конкурентной экономики // Искусственный интеллект: философия, методология, инновации Сборник научных трудов. Ч.1. — М.: МГТУ МИРЭА, 2012.— С. 145–149.
2. *Holvoet T., Valckenaers P.* Exploiting the environment for coordinating agent intentions // Environments for Multi-Agent Systems III, Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer. — Berlin et al. Vol. 4389, 2007. — P. 51–66.
3. *Claes R., Holvoet T., Weyns D.* A decentralized approach for anticipatory vehicle routing using delegate multiagent systems // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems. — 2011. Vol. 12. No. 2. — P. 364–373.
4. *Бахтизин А.Р.* Гибрид агент-ориентированной модели с пятью группами домохозяйств и CGE модели экономики России // Искусственные общества. — М.: ЦЭМИ РАН, 2007. Т. 2. № 2. — С. 30–75.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕКА ЗАЯВОК**

**А.А. Стеряков**

*Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королёва  
(национальный исследовательский университет)*

В настоящее время агентное моделирование (АМ) является интенсивно развивающейся областью как в зарубежной, так и в отечественной науке [1, 2, 6, 8, 9], представляя один из наиболее актуальных способов создания имитационных моделей для класса мультиагентных сложных систем, то есть систем, состоящих из неоднородных автономных взаимодействующих элементов с внутренней структурой. Связано это с тем, что при решении задач моделирования подобных систем возникает проблема описания сложной структуры взаимодействующих элементов, которые сильно неоднородны и не подлежат типизации по своим свойствам. Аналитические методы и традиционное дискретно-событийное моделирование (равно как и другие, часто применяемые методы: системная динамика, динамические системы [6]) даже в случае возможности их применения оказываются не эффективными. Кроме того, в рамках используемых ме-

тодов затруднительно модифицировать исходную модель без изменения самого метода. Одним из решений описанной проблемы является применение агентных моделей, выступаваемых «снизу вверх», то есть так, что глобальная динамика системы формируется за счёт взаимодействия автономных агентов. Гибкость и адекватность АМ повышается при введении когнитивных агентов, способных к адаптации. Ещё одним катализатором развития АМ служит быстро увеличивающаяся вычислительная мощность ЭВМ, допускающая моделирование огромного числа независимых объектов даже на ПК, имеющемся в распоряжении каждого отдельного исследователя.

На данном этапе развития АМ существует ряд проблем, связанных в первую очередь с инструментарием для разработки таких моделей. Существующие системы программ, как правило, достаточно трудны для овладения ими (Repast, Netlogo [2]). Кроме того, изучив новый синтаксис и методы разработки, зачастую можно столкнуться с ситуацией, когда инструмент не подходит для конкретной модели или не предоставляет достаточной гибкости для проведения исследования. Отмечают также сложности, связанные с невозможностью представления моделей с необходимой точностью [1]. Другие разработки в этом направлении (AnyLogic [10, 11]) представляют собой дорогостоящие коммерческие программные продукты, ориентированные на использование на предприятиях и не всегда удобные для использования в исследовательских целях.

Таким образом, в настоящее время актуальна задача универсализации методов и средств разработки агентных моделей [8]. Прежде всего, необходимо выработать методологический подход в моделировании такого типа, предоставить исследователю некоторый общий алгоритм действий, описывающий весь цикл построения АМ: от формулировки задачи и её математической формализации до реализации комплекса программ для проведения численных экспериментов.

Автором данной работы предлагается использовать ныне хорошо развитую концепцию объектно-ориентированного программирования (ООП) [3, 4, 7] не только для компьютерной реализации, но и при построении самих моделей для мультиагентных систем. Будем называть такие модели, относящиеся к классу мультиагентных имитационных моделей и построенные по принципам, которые естественным образом обеспечивают их реализацию в виде комплекса программ на языках объектно-ориентированного программирования, *объектно-ориентированными моделями* (ООМ). Этапы построения ООМ, связанные с анализом элементов моделируемой системы и использующие принципы ООП, могут быть сформулированы следующим образом:



1. Классификация элементов системы с построением их иерархии (принцип *наследования*).
2. Описание всех характеристик каждого класса элемента в виде вектора состояния, отражающего свойства объекта, и всех реакций элемента в виде функций, описывающих поведение объекта (принцип *инкапсуляции*).
3. Выделение функций, отвечающих за автономное изменение состояния элемента.
4. Выделение функций, связанных с взаимодействием элемента с окружающей средой.
5. Определение необходимой информации, достаточной для описания внешних взаимодействий агентов, то есть формирование минимального интерфейса, позволяющего использовать единообразный способ коммуникации при взаимодействии агентов (принцип *полиморфизма*).

Кроме того, предлагается определённая архитектура ООМ, обладающая достаточной универсальностью, которая включает в себя три основных понятия: агент — заявка — стековое взаимодействие.

**Агент.** В системе, макросостояние которой характеризуется вектором  $\bar{s}(t)$ , для каждого класса элементов строится модель  $i$ -го агента, которую описывают вектор состояния

$\bar{v}^i(t) = (v^i_1(t)v^i_2(t), \dots, v^i_n(t))$  и функции двух назначений:

1. *Функция преобразования* состояния агента отвечает за независимое от других элементов системы изменение вектора состояния агента, на каждом временном шаге. Данная функция определяет автономность агента.

$\bar{v}^i(t+\Delta t) = g^i(v^i_1(t)v^i_2(t), \dots, v^i_m \bar{s}(t)), m, n$

2. *Поведенческая функция* агента формирует вектор параметров  $\bar{b}^i = (b^i_1, b^i_2, \dots, b^i_m)$ , который будем называть заявкой и который используется для осуществления взаимодействия агентов в системе. Таким образом, поведенческая функция определяет реакцию элемента системы на внешнюю среду.

$\bar{b}^i = \phi^i(\bar{v}^i(t), \bar{s}(t))$

Необходимо отметить, что предлагаемая архитектура не накладывает никаких ограничений на поведенческую функцию и функцию преобразования. В данном случае функция понимается в широком смысле, то есть может быть задана аналитически или представлена любым алгоритмом преобразования входных данных в выходные, например, нейросетью. Это особенно важно при реализации когнитивных агентов, способных к адаптации.

**Заявка**, то есть вектор параметров  $\bar{b}^i$ , определяемый поведенческой функцией, задаёт протокол информационного обмена между

агентом и системой взаимодействия. Таким образом, заявка служит средством внутренней коммуникации в системе, тем самым обеспечивая функцию передачи сообщений.

**Стековое взаимодействие.** В работе предлагается численный метод для решения задачи взаимодействия агентов в объектно-ориентированных моделях. Взаимодействие агентов происходит итеративно и реализуется с помощью стека. В данном случае под стеком подразумевается упорядоченный набор заявок:  $L = \{b^1, b^2, \dots, b^n\}$ .

Кроме того, для каждой отдельной задачи может быть использован набор стеков, в которые по определённым критериям будут распределяться заявки при сборе. В общем случае взаимодействие осуществляется в три этапа:

- 1) сбор заявок от каждого агента в стек

$$L = \{\bar{b}^i = \phi^i(\bar{v}^i(t), \bar{s}(t))\};$$

- 2) обработка стека, то есть осуществление взаимодействия

$$\hat{L} = G(L);$$

Взаимодействие осуществляется путём удовлетворения заявок. При рассмотрении каждой заявки производится анализ представленной в ней информации, исходя из правил, определённых предметной областью моделируемой системы. На основании результатов этого анализа происходит поиск других необходимых заявок для взаимного удовлетворения. Перебор стека может проходить в несколько итераций до выполнения условий удовлетворения всех возможных заявок.

- 3) соответствующее изменение векторов микро— и макро— состояний системы:

$$\begin{cases} \bar{v}^i(t + \Delta t) = \bar{f}^i(\{\bar{v}(t)\}, \{\bar{b}\}, \bar{s}(t), \bar{s}(t + \Delta t)), \\ \bar{s}(t + \Delta t) = \bar{F}(\{\bar{v}(t + \Delta t)\}, \bar{s}(t)). \end{cases}$$

Предлагаемое стековое взаимодействие позволяет учесть больше связей между объектами, чем при их последовательном переборе.

Описываемые выше метод разработки и архитектура ООМ применены автором для создания двух моделей из различных областей: имитационной модели пространственно-временного взаимодействия конкурирующих биологических популяций с автономными неоднородными участниками [12, 14] и имитационной модели финансового рынка одного типа акций с автономными неоднородными участниками [5, 13]. Результаты исследования разработанных ООМ показывают, что объектная ориентированность модели позволяет суще-

ственно расширить её описательные свойства: появляется возможность без глобальных изменений как модели, так и программной реализации вводить множество типов агентов или изменять поведение имеющихся, задавать внешние воздействия на исследуемую систему с помощью специальных агентов. Кроме того, описанная архитектура модели приводит к единообразию подхода к моделированию систем из различных областей.

### Литература:

1. *Castle C.J., Crooks A.T.* Principles and concepts of agent-based modeling for developing geospatial simulations // Working papers series. Paper 110. — 2006.
2. *Macal C.M., North M.J.* Tutorial on agent-based modeling and simulation // Proceedings of the 37th conference on Winter simulation. — WSC '05. — Winter Simulation Conference, 2005. — Pp. 2–15.
3. *Meyer B.* Object-oriented software construction. — Prentice hall, 1988. — С. 331–410.
4. *Pierce B.C.* Types and programming languages. — The MIT Press, 2002.
5. *Steryakov A.* Agent-Based Model of the Stock Market // D. Sornette et al. (Eds.), Market Risk and Financial Markets Modeling. Springer-Verlag Berlin — 2012, 263 p.
6. *Борщёв А.В.* От системной динамики и традиционного ИМ — к практическим агентным моделям: причины, технология, инструменты // URL: <http://www.gpss.ru/paper/borshevarc.pdf>. — 2004.
7. *Буч Г.* Объектно-ориентированный анализ — М., Бином. — 2000.
8. *Городецкий В.И.* Самоорганизация и многоагентные системы // Известия РАН. Теория и системы управления. — 2012. — №2. — С. 92–120.
9. *Замятина Е.Б., Чудинов Г.В.* Разработка и использование программных средств для построения и исследования агентных имитационных моделей // Вестник Пермского университета. — 2010. — № 2. — С. 80–84.
10. *Карпов Ю.Г.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. — БХВ-Петербург СПб., 2005. — С. 400.
11. *Сидоренко В.Н., Красносельский А.В.* Имитационное моделирование в науке и бизнесе: подходы, инструменты, применение // Междисциплинарный научно-практический журнал ГУ ВШЭ «Бизнес-информатика». — 2009. — С. 52.
12. *Стеряков А.А.* Динамика сложных биологических систем в моделях агентного типа на примере взаимодействия двух конкурирующих популяций // 20-я межд. конф. «Математика. Компьютер. Образование»: тезисы. / Пушино, 2013, С. 87.

13. *Стеряков А.А.* Математическая модель агента типа для фондового рынка с неоднородными участниками // XVIII межд. конф. «Математика. Компьютер. Образование»: тезисы. / Пушино, 2011, С. 284.
14. *Стеряков А.А.* Объектно-ориентированное моделирование пространственно-временной динамики взаимодействия биологических популяций в ограниченной области // III межд. конф. «Математическая физика и ее приложения»: Материалы конф. / Самара: СамГТУ, 2012, С. 284.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОИСКОВОГО ПОВЕДЕНИЯ АГЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА НЕЙРОННОГО ГАЗА

**Т.И. Шарипова**

*Центр оптико-нейронных технологий НИИСИ РАН*

В работе [1] исследовалось поведение модельного организма (агента), имеющего потребности питания, безопасности, накопления знаний. При этом использовался метод растущего во времени нейронного газа.

В настоящей работе строится и анализируется модель поведения агента, использующая метод растущего нейронного газа. В отличие от работы [1], в которой исследовалось довольно сложное поведение агентов с рядом потребностей и мотиваций, настоящая модель уделяет особое внимание на анализе специфики блуждания агента в одномерном и двумерном пространстве. Также особое внимание уделяется процессам формирования растущего нейронного газа при таком блуждании.

### **Одномерный случай**

Основные предположения одномерной модели состоят в следующем:

1. Рассматривается агент, который может двигаться в одномерном пространстве  $x$ .
2. Имеется коридор длиной  $L$  с источником питания. Задача агента — исследование коридора и поиск источника пищи.
3. Источник пищи имеет небольшой размер  $d$ .
4. Агент имеет ресурс  $R(t)$ , который увеличивается при нахождении источника пищи.

5. Агент функционирует в дискретном времени  $t$ . Каждый такт времени агент совершает движение, при этом его координата  $x$  изменяется на некоторую величину  $\Delta x(t)$ .
6. Когда координата агента совпадает с источником пищи, ресурс агента за один такт времени увеличивается на величину  $\Delta g$ .
7. Агент имеет свою систему управления, на сенсорный вход которой поступает координата агента  $x(t)$ .
8. Система управления агента задается растущей нейронной сетью. На вход активного нейрона подается текущая координата агента  $x(t)$ .
9. Каждый нейрон имеет память, он запоминает определенную координату  $x_i$ , в данном случае вектор памяти  $S_i$  имеет одну компоненту, равную  $x_i$ .
10. Имеется два режима динамики агента: 1) режим случайного движения и 2) режим детерминированного перемещения, перемещения в соответствии весами узлов-нейронов нейронного газа.
11. Каждый такт времени выбирается первый или второй режим. Причем вероятность выбора первого режима, т.е. режима случайного поиска в начале функционирования агента близка к 1, а дальнейшем эта вероятность постепенно уменьшается и происходит переход к детерминированному движению в соответствии с весами нейронов. Таким образом, реализуется метод отжига: при малых временах  $t$  агент движется случайно, при больших временах — детерминировано.
12. В режиме случайного поиска после перемещения агента его координата становится равной  $x(t)$ . Определяется нейрон, в памяти которого хранится координата  $x_k$ , наиболее близкая к  $x(t)$ . Если расстояние  $|x_k - x(t)|$  меньше порога  $Th$ , то величина  $x_k$  в памяти нейрона немного сдвигается, приближаясь к  $x(t)$ . Если  $|x_k - x(t)| > Th$ , то формируется новый нейрон, в памяти которого записывается текущая координата  $x(t)$ .
13. При появлении нового нейрона формируется связь от предыдущего активного нейрона к новому. За счет случайного поиска формируется достаточно большая нейронная сеть, так что в дальнейшем в режиме детерминированного перемещения будут осуществляться переходы между нейронами, которые связаны между собой.
14. В режиме детерминированного перемещения определяются веса всех «контактных» нейронов, которые связаны с текущим активным, и среди этих контактных нейронов находится пред-

почтительный, имеющий наибольший вес. Этот нейрон становится активным в следующий такт времени. Координата агента становится равной координате, хранящейся в памяти предпочтительного нейрона.

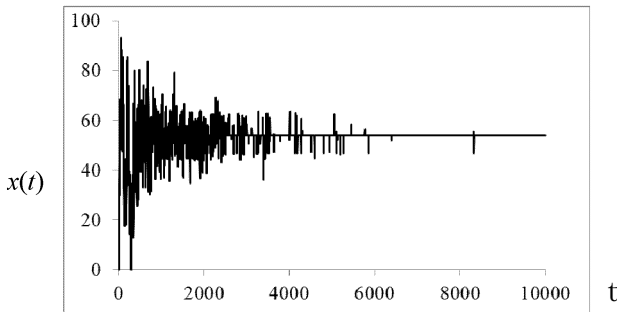
15. При переходе от нейрона к нейрону в обоих режимах производится обучение. При обучении меняются веса нейронов методом обучения с подкреплением [2], а именно меняется вес того нейрона, который был активным в момент  $t-1$ :

$$\Delta W_{t-1} = \alpha [r_{t-1} + \gamma W_t - W_{t-1}], \quad (1)$$

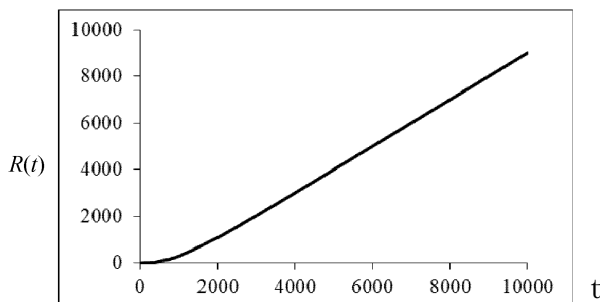
где  $W_{t-1}$  и  $W_t$  — веса нейронов, активных в моменты времени  $t-1$  и  $t$ ,  $\alpha$  — скорость обучения,  $\gamma$  — дисконтный фактор,  $r_{t-1}$  — величина подкрепления, полученного в момент времени  $t-1$ .  $r_{t-1} = \Delta g$ , если в момент  $t-1$  координата агента совпадает с источником пищи, либо  $r_{t-1} = 0$  в противном случае.

Использовались следующие параметры моделирования: длина коридора  $L = 100$ , центр источника пищи расположен посередине коридора при  $x = 50$ , размер источника пищи  $d = 10$ , увеличение ресурса агента от источника пищи  $\Delta g = 1$ , порог сравнения координат  $x_k$  и  $x(t)$  равен  $Th = 1$ , скорость обучения  $\alpha = 0.1$ , дисконтный фактор  $\gamma = 0.9$ , характерное время уменьшения вероятности выбора режима случайного поиска равно 1000 тактов времени, характерное перемещение агента при случайном поиске равно 10.

Результаты моделирования для одномерного случая представлены на рис. 1–4. Рис. 1 показывает зависимость координаты агента от времени. Видно, что сначала агент совершает случайные движения. При больших временах  $t$  агент приближается к источнику пищи, а в конце расчета практически остается на месте возле источника. Естественно, что ресурс агента, пополняемый при его питании, с течением времени возрастает (рис. 2).



**Рис. 1. Зависимость координаты агента от времени.**

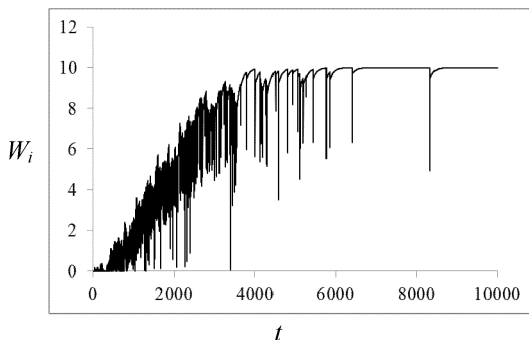


**Рис. 2. Зависимость ресурса агента от времени.**

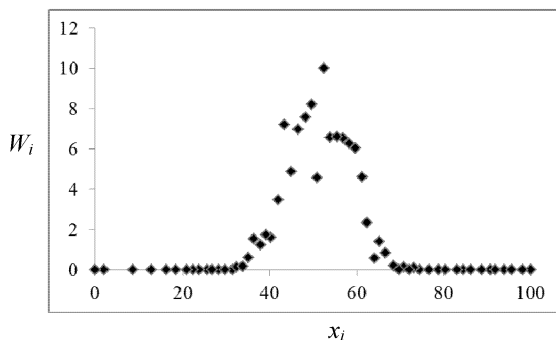
Динамика веса  $W_t$  текущего нейрона, активного в момент времени  $t$ , показана на рис. 3.

Зависимость весов нейронов  $W_i$  от координаты нейрона  $x_i$  после обучения, т.е. в конце расчета, показана на рис. 4. Чем дальше  $x_i$  находится от источника пищи, тем меньше вес соответствующего нейрона.

Представленные результаты показывают, что построенная модель обеспечивает нетривиальный вариант режима обучения с подкреплением, который обеспечивает рост весов подходящих нейронов и самостоятельное нахождение источника пищи агентом.



**Рис. 3. Вес активного нейрона в зависимости от времени.**



**Рис. 4. Зависимость веса нейрона  $W_i$  от его координаты  $x_i$  для обученного агента.**

### Двумерный случай

Для этого случая рассматривалось поведение агента, аналогичное изложенному выше. Новые аспекты модели состоят в следующем.

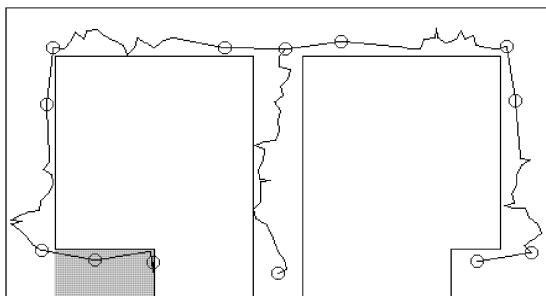
1. Рассматривается агент, который может двигаться в двумерном пространстве  $x, y$ .
2. Имеется лабиринт с источником питания. Используемый при моделировании лабиринт показан на рис. 5. Лабиринт состоит из нескольких прямоугольных участков, «комнат». Агент движется внутри лабиринта. Задача агента — исследование лабиринта и поиск источника пищи.
3. Источник пищи имеет зону действия — подобласть двумерного лабиринта.
4. Агент имеет ресурс, который увеличивается при нахождении источника пищи.
5. Агент функционирует в дискретном времени  $t$ . Каждый такт времени агент совершает движение, при этом его координаты  $x, y$  изменяются на некоторые величины  $\Delta x(t), \Delta y(t)$  соответственно.
6. Когда координата агента совпадает с зоной действия источника пищи, ресурс агента за один такт времени увеличивается на величину  $\Delta r$ .
7. Агент имеет свою систему управления, на сенсорный вход которой поступает координаты агента  $x(t), y(t)$ .
8. Система управления агента задается растущей нейронной сетью. На вход активного нейрона подается текущие координаты агента  $x(t), y(t)$ .



9. Каждый нейрон имеет память, он запоминает определенные координаты  $x_i, y_i$  в данном случае вектор памяти  $S_i$  имеет шесть компонент: четыре расстояния до стенок лабиринта, находящихся спереди, сзади, слева и справа от агента, а также координаты агента  $x_i, y_i$ .
10. Имеется два режима динамики агента: 1) режим случайного движения и 2) режим детерминированного перемещения, перемещения в соответствии весами узлов-нейронов нейронного газа.
11. Каждый такт времени выбирается первый или второй режим. Причем вероятность выбора первого режима, т.е. режима случайного поиска в начале функционирования агента близка к 1, а дальнейшем эта вероятность постепенно уменьшается и происходит переход к детерминированному движению в соответствии с весами нейронов. Таким образом, реализуется метод отжига: при малых временах  $t$  агент движется случайно, при больших временах — детерминировано.
12. В режиме случайного поиска после перемещения агента его координаты становятся равными  $x(t), y(t)$ . Определяются параметры комнаты (длина, ширина), в которой находится агент. Если параметры комнаты изменились, то формируется новый нейрон, в памяти которого записываются расстояния до стенок лабиринта и координаты.
13. При появлении нового нейрона формируется связь от предыдущего активного нейрона к новому.
14. В режиме детерминированного перемещения определяются веса всех «контактных» нейронов, которые связаны с текущим активным, и среди этих контактных нейронов находится предпочтительный, имеющий наибольший вес. Этот нейрон становится активным в следующий такт времени. Координата агента становится равной координате, хранящейся в памяти предпочтительного нейрона.

Использовались следующие основные параметры моделирования: увеличение ресурса агента от источника пищи  $\Delta r = 1$ , характерное время уменьшения вероятности выбора режима случайного поиска равно 1000 тактов времени.

Результаты моделирования динамики агента для двумерного случая представлены на рис. 5.



**Рис. 5. Движение агента по двумерному лабиринту. Траектория движения агента показана изломанной линией, точки, характеризующие сильное изменение окружающей обстановки отмечены кружками, источник пищи показан серым фоном.**

Анализ полученных результатов показал, что агент успешно анализирует лабиринт и находит источник пищи, после этого ресурс агента растет. Кроме того, показана возможность резкого сокращения размеров нейронной сети, в которой достаточно запоминать только те точки пространства, в которых сильно меняется окружающая ситуация (в данном случае это соответствует сильному изменению размеров комнаты).

Таким образом, построена модель поведения агента, система управления которого формируется на основе метода растущего нейронного газа. Разработан метод обучения с подкреплением для растущей нейронной сети; проанализирован этот метод для одномерного и двумерного случая. Для двумерного случая построен вариант модели растущего нейронного газа, в котором радикально сокращается число узлов-нейронов за счет того, в нейронах запоминаются не все точки, в которых побывал агент, а только те, в которых радикально меняется окружающая среда.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 13-01-00399.

*Хотелось бы выразить благодарность за содействие и руководство, оказанное Редько В.Г., при выполнении данного доклада.*

### **Литература:**

1. *M.V. Butz, E. Shirinov, K. Reif.* Self-organizing sensorimotor maps plus internal motivations yield animal-like behavior // *Adaptive Behavior.* — 2010. V. 18. No. 3–4, pp. 315–337.
2. *Р.С. Саттон, Э.Г. Барто.* Обучение с подкреплением. М.: Бинوم, 2011.
3. *S. Kirkpatrick, C.D. Gelatt, M.P. Vecchi.* Optimization by simulated annealing // *Science.* 1983. Vol. 220. No. 459, pp. 671–680.

## МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

***Н.В. Аболмазова***

*Самарский государственный аэрокосмический университет  
им. академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)*

Актуальность философского исследования методологических, научно-технических и социальных проблем надежности машин очевидна, так как без этого невозможна разработка вопросов методологии развития современной техники и, конечно же, анализа соответствия закономерностей развития техники законам общества и окружающей среды.

*Надежность* — это комплексный фактор, объективно присущий всем материальным системам и дающий возможность устанавливать оптимальную меру соответствия рабочих процессов и выходных характеристик системы её функциональному назначению.

Любые технические устройства всегда изготавливались в расчете на некоторый достаточный для практических целей период экономически эффективного использования. Однако долгое время надежность не измерялась количественно, что значительно затрудняло её объективную оценку. Для оценки надежности использовались качественные определения (высокая надежность, низкая надежность и другие). Установление количественных показателей надежности и способов их измерения и расчета положило начало научным методам в исследовании надежности.

*Надежность* — понятие, применяемое в современной науке и технике для характеристики прочности, сохраняемости материальных систем. Проблема надежности встала особенно остро в связи с созданием сложных технических комплексов: современные космические ракеты, например, включают около 2 млн. деталей и должны работать абсолютно безотказно. Отсюда возникла необходимость, пользуясь средствами математики, статистики, логики, установить вероятность исправной работы такой системы в течение требуемого времени в определенных условиях эксплуатации, что позволяет заблаговременно предпринять практические меры для предупреждения и устранения неисправностей. Понятие надежности в настоящее время приобретает общенаучное значение. Надежными оказываются системы, способные сохранять свою качественную определен-

ность при различных внутренних и внешних возмущающих воздействиях. В сложных системах функционирование компонентов подчинено задаче сохранения устойчивости системы как целого. Поэтому саморегулирование, целесообразность поведения выступает как важное условие надежности. Понятие надежность, следовательно, раскрывает особый тип сохраняемости (высокую степень исправного функционирования) сложных, целенаправленно работающих систем, к которым относятся сложные технические устройства и живые образования всех форм и уровней организации.

Надежность является важным и естественным требованием, предъявляемым к качеству современных аппаратно-программных комплексов (АПК). В области обеспечения надежности технических устройств (ТУ) достигнут высокий уровень. Например, в работе [1] показано, что вероятность отказов вычислителей пилотажно-навигационного комплекса самолетов типа ТУ-324 составляет , что соответствует современным требованиям к аппаратуре космических аппаратов и авиации. В области оценки надежности программного средств (ПС) для АПК положение дел обстоит не столь хорошо.

Известно, что качество программного продукта характеризуется набором свойств, определяющих, насколько продукт «хорош» с точки зрения заинтересованных сторон. Каждый из участников его создания может иметь различное представление о свойствах, а также о том, как оценить продукт. Модель качества в рамках стандарта ISO 9126 состоит из 6 факторов, где одним из важнейших является надежность программного продукта.

Наиболее весомой причиной отсутствия методов оценки надежности ПС является несовершенство соответствующей теоретической базы, приемлемой для исследования именно характеристик надежности ПС. Попытаемся разобраться в этом вопросе.

Первоначально определимся, что такое *надежность* ПС. В работе [5] *надежность* определяется как *вероятность работы ПС без отказов в течение определенного периода времени, рассчитанная с учетом стоимости (степени воздействия) для пользователя каждого отказа*.

Из определения следует, что в понятии надежности применительно к ПС мы должны упоминать, какие типы ошибок имеются в виду. Понятие надежность элементов ТУ обычно не связывают с типами отказов. В данном определении надежности ПС содержится заимствование из терминологии надежности ТУ — фактор времени.

В ПС ошибки возникают при определенных сочетаниях исходных данных. Очевидно, что многочисленные запуски программы при ограниченном количестве наборов исходных данных, где она работоспособна, в течение любого интервала времени не породят ни одно-

го отказа. Надежность ПС по времени может даже уменьшаться за счет устранения выявленных ошибок и добавления новых.

Такое положение вещей делает совершенно бессмысленным для программирования понятия наработки на отказ или вероятности отказа за определенное время, на которых построена вся теория надежности в технике.

Аксиоматически классическая теория надежности строится на предположении о том, что существует пусть маленькая, но не нулевая вероятность отказа любого ТУ. Программы не изнашиваются и не ломаются, следовательно, ненадежность ПС — следствие исключительно ошибок проектирования, внесенных в процессе разработки. В то же время, можно разработать любое количество простых программ, для которых вероятность отказа равна нулю. Но в этом случае весь аппарат классической теории надежности становится непригодным для практического использования.

Более точное определение надежности ПС предлагает Б. Мейер [6], он определяет надежность как *способность программы давать разумные результаты во всех возможных окружениях и, в частности, в аномальных условиях.*

В этом случае ненадежность ПС можно трактовать как соотношение мощности множества ошибочных ситуаций  $|\Omega_E|$  и мощности множества исходных данных  $|\Omega_{in}|$  ( $\Omega_E \subset \Omega_{in}$ ). Применительно к ЭВМ это — соотношение между количеством сочетаний исходных данных программы, когда возникает ошибочная ситуация, к общему числу сочетаний. В этом случае ненадежность можно вычислить по формуле  $g = |\Omega_E|/|\Omega_{in}|$ .

Однако количество сочетаний исходных данных ПС (в общем случае) настолько велико, что перебрать все сочетания для современной ЭВМ практически невозможно. Т.о., проблему оценки надежности ПС можно сформулировать как комбинаторную проблему поиска алгоритмов частичного перебора пространства исходных данных модуля. Для сравнительно простых программ, имеющих несколько входных параметров, получены положительные результаты. Для некоторых модулей удается доказать корректность [6], т.е.  $g = 0$ . В других случаях можно определить экспериментально [2, 3]. Вместо дискретной меры — мощности, введем непрерывную меру, оценивающую объем многомерного тела, тогда ненадежность модуля можно оценить по формуле  $g = V(\Omega_E)/V(\Omega_{in})$ .

Для современных сложных ПС число исходных данных измеряется тысячами переменных, поэтому прямые методы тестирования становятся практически нереализуемыми. Кажется естественным оценивать надежность сложных ПС, используя известные характери-

стики составляющих его компонент так же, как это делается для ТУ. Однако и здесь обнаруживаются неожиданности:

- 1) как бы ни была сложна структура ПС, она всегда имеет (в смысле надежности) последовательную схему соединения элементов (программных модулей ПС);
- 2) надежность ПС зависит не только от надежности составляющих ее программных модулей, но и корректности организации функционирования ПС [4];
- 3) надежность ПС не может быть вычислена непосредственно, исходя из надежностей составляющих ее элементов (программных модулей).

Структура ПС всегда имеет последовательную схему соединения программных модулей ПС в смысле надежности. Надежность ПС зависит от корректности организации функционирования системы и не может быть вычислена непосредственно, исходя из надежностей программных модулей. Таким образом, оценивание надежности ПС существенно отличается от решения аналогичной задачи для ТУ и требует разработки соответствующей теоретической базы.

### **Литература:**

1. *Авакян А.А., Искандаров Р.Д., Новиков Н.Н. и др.* Концепция построения высоконадежных вычислителей для авиационной и ракетной техники //Надежность и качество 2001: Сб. докладов межд. Симпозиума. — Пенза, 2001. — С. 33–37.
2. *Коварцев А.Н.* Автоматизация разработки и тестирования программных средств.— Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1999. — 150 с.
3. *Коварцев А.Н.* Автоматизация тестирования вычислительных модулей //Надежность и качество 2001: Сб. докладов межд. Симпозиума. — Пенза, 2001. — С. 285–288
4. *Липаев В.В.* Надежность программных средств. — М.: СИНТЕГ, 1998. — 232 с.
5. *Майерс Г.* Надежность программного обеспечения. — М.: Мир, 1980. — 360 с.
6. *Мейер Б., Бодуэн К.* Методы программирования: В 2-х томах. Т.2.— М.: Мир, 1982.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА НА БАЗЕ ПРОФИЛЯ ДОЛЖНОСТИ

**Ю.В. Буланова**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

На современном этапе развития экономики решение задач кадрового учета трудовых ресурсов стало недостаточным для развития предприятия. Сегодня внимание кадровых служб уделяется совершенствованию трудовых отношений, подбору кандидатов на вакантные должности, разработке и реализации учебных программ и программ социального развития, а также развитию методов мотивации и стимулирования трудовой деятельности. В работе кадровых служб предприятий все больше преобладают не учетные, а аналитические и организационные аспекты деятельности. Кадровые службы выполняют ряд функций, раньше принадлежавших экономическим, производственно-техническим и другим подразделениям. Такое сосредоточение функций в одном структурном подразделении требует реализации эффективного инструментария управления трудовым ресурсами (персоналом) предприятия.

Эффективное управление персоналом невозможно без структурированных четких требований к компетенциям и показателям работы сотрудника, которые традиционно формализуются в виде профиля должности. Профиль должности (ПД) позволяет структурировать и организовывать все ключевые функции управления персоналом предприятия в систему процессов, взаимодействующих друг с другом.

Современные системы управления персоналом ориентированы на оптимизацию рутинных операций сотрудников кадровой службы предприятия по подбору и перемещению сотрудников (учетные функции), но не поддерживают операции по планированию (подбору) и управлению персоналом при поддержке, например, проектной деятельности предприятия, планированию дополнительного обучения сотрудников и т.п. Реализация аналитических операций требует постоянной оценки персонала, поэтому разработка методики оценки персонала и методов ее реализации является актуальной задачей.

Первым шагом при составлении методики оценки персонала является выбор способа оценки, здесь применимы как числовые, так и нечисловые (например, ранговые) подходы. Метод выбирается ис-

ходя из конкретной ситуации. Построение оценочной системы осуществляется в два этапа. На первом проводится формирование предварительного списка показателей (критериев) оценки и их экспертное ранжирование. На втором, после корректировки списка, проводится «взвешивание» показателей оценки. Для каждого типа объекта оценивания должен быть разработан перечень критериев оценки объектов этого типа, т.е. множество критериев, с помощью которых может быть проведена оценка, должно отражать специфику оцениваемого объекта в целом. Далее рассмотрим методы выбора атрибутов сущности по значимости и представлены модели данных объектов (рис. 1).

Область компетенций представлена в виде древовидной иерархической структуры с дополнительными связями между ними. Поэтому, в общем случае имеем не дерево, а сеть. Однако при формировании структуры

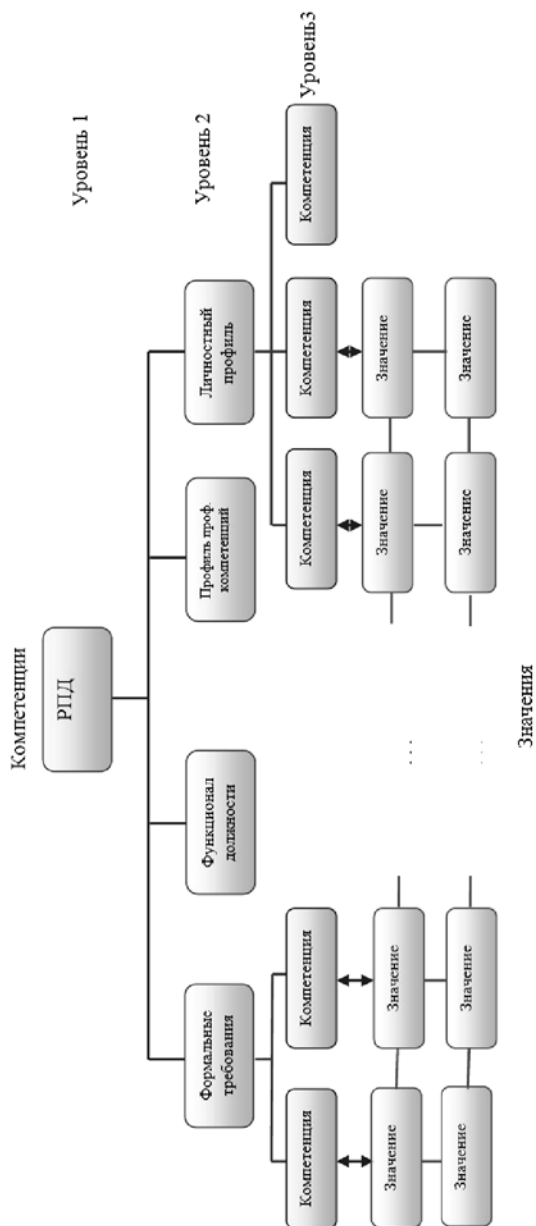


Рис. 1. Модель данных ПД.



внимание уделяется отношениям подчинения, что позволяет сохранить вид иерархии.

Матрица значений представляет собой связанные списки, в которых каждый элемент помимо значения имеет ссылки на компетенции. Точно также компетенции имеют ссылки на элементы матрицы. В качестве значений элементы матрицы могут иметь числовой или строковый формат, а также определенные пользователем структуры данных.

Методика оценки профиля должности определяется исходя из поставленных целей исследования профиля (оценка кандидата, общий анализ должностей предприятия, оценка эффективности бизнес-процессов и др.), а также с учетом структуры предприятия и наличия оцениваемого профиля должности. Построим спецификацию ПД как множество весов критериев на числовой прямой, ограниченное сверху и снизу. Тогда вес критерия  $p$  — точка числовой прямой. Максимальное и минимальное значение весов критерия — точки верхней и нижней граней этого множества:  $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ ,  $\min \leq p_i \leq \max$ . Для оценки персонала на основании разработанных ПД на множестве  $P = \{P_i\}$ ,  $i = \overline{1, n}$  строится ориентированный граф  $G = \langle P, E \rangle$ , где  $P$  — множество вершин,  $E = \{e_{ij}\}$   $i = \overline{1, n}$ ,  $j = \overline{1, n}$  — множество дуг, которые отражают взаимосвязи между вершинами  $P_i$  и  $P_j$ . Причем  $e_{ij} = 1$ , если специалист соответствует критерию  $P_i$ , то с некоторой «вероятностью» специалист соответствует критерию  $P_j$ ,  $e_{ij} = 0$ , если связь между знаниями  $P_i$ – $P_j$  нет. На основе построенного графа и критериев ПД их весов получаем оценку соответствия соискателя вакансии (сотрудника занимаемой должности). Важными подзадачами данной задачи является необходимость выбора вида представления оценок (четких/нечетких).

Когнитивная модель имеет вид:  $f = \langle P, E, F \rangle$ , где  $G = \langle X, E \rangle$  ориентированный граф,  $X$  множество вершин (концептов), причем  $X = \{X_i\} = \{Z_i\}$  И  $\{S\}$ ,  $i = \overline{1, n}$ ,  $S = X_{n+1}$  — вершина (концепт) есть «соответствие требованиям вакансии»;  $E = \{e_{ij}\}$ ,  $i, j = \overline{1, n+1}$  — множество дуг, причем  $e_{i, n+1} = 1$  (т.е. все «концепты-знания» связаны с концептом  $S = \text{«соответствие требованиям вакансии»}$ );  $V = \{V^x_i\}$ ,  $i = \overline{1, n+1}$  — множество параметров вершин  $X$ ;  $F = (V, E) = f(v_i, v_j, e_{ij})$  — функционал преобразования дуг, ставящий в соответствие каждой дуге весовой коэффициент  $w_{ij}$ .

Под влиянием различных возмущений (импульсов) значения переменных в вершинах когнитивной модели могут изменяться. Правило, по которому происходит изменение значений вершин:

$v_i(t+1) = v_i(t) + \sum_{j=1}^{n+1} w_{ji} \cdot q_j(t)$ , где  $w_{ji}$  — вес связи между вершинами (знаниями)  $X_i$  и  $X_j$  (если  $i = 1+n$ , то  $w_{ji}$  — сила влияния  $j$ -го знания на оценку соответствия требованиям вакансии);  $g_j(t) = v_j(t) + v_j(t-1)$  — величина изменения  $j$ -ой вершины на шаге моделирования  $t$ . В поставленной задаче значение вершины  $v_j$  может быть интерпретировано либо как наличие  $v_j = 1$  (отсутствие  $v_j = 0$ ) знания  $P_i$ ,  $i = \overline{1, n}$ ; либо как уровень готовности знания  $P_i$ ,  $v_i \in [0, 1]$  у соискателя (сотрудника). В условиях решаемой задачи данное правило с учетом ограничения примет вид:

$$v_i(t+1) = v_i(t) + \sum_{j=1}^{n+1} w_{ji} \cdot q_j(t) \cdot H(v_i(0)),$$

где  $H(x) = 0$ . Ограничение введено для того, чтобы вершины с заданными начальной момент импульсами не изменяли в процессе моделирования своих значений (значения этих вершин изначально уже известны).

Приведем алгоритм оценки сотрудников на базе когнитивной модели:

- 1) Составление когнитивной карты экспертами. Каждая вершина — критерий ПД имеет дугу к результирующей вершине «соответствие требованиям вакансии (эталонному ПД)». Веса дуг к результирующей вершине растут при удалении от нее.
- 2) Импульсное моделирование для каждого соискателя (сотрудника). Если оцениваемый специалист владеет некоторым набором критериев, то в соответствующие вершины добавляется единичный импульс (либо импульс, соответствующий уровню сформированного знания  $[0; 1]$ ).
- 3) Чем больше будет значение результирующей вершины (концепта), тем больше соискатель (сотрудник) соответствует вакансии (должности).

Максимальное значение в результирующей вершине  $v_{n+1}$  достигается, если  $g_i(0) = 1$  (т.е. соискатель (сотрудник) обладает всеми критериями эталонного ПД), —  $\forall i = \overline{1, n}$ . Данное значение может быть использовано для приведения оценок соискателей к значениям из отрезка  $[0; 1]$ .

Пусть для соискателя (сотрудника)  $S_1$ , в результате моделирования получены значения вершин  $\{v_1^1, v_2^1, \dots, v_n^1, v_{n+1}^1\}$ , для соискателя (сотрудника)  $S_2$  —  $\{v_1^2, v_2^2, \dots, v_n^2, v_{n+1}^2\}$ , — причем  $v_{n+1}^1 < v_{n+1}^2$ . Допустим, впоследствии на практике оказалось, что уровень соответствия вакансии у специалиста  $S_1$  в действительности выше. В этом

случае можно провести настройку весов дуг, связывающих концепты-знания, которыми владеет только первый и второй соискатель (сотрудник)  $(P^1 \setminus P^2) \cup (P^2 \setminus P^1)$  с результирующей вершиной. Веса настраиваются с целью минимизации функции:

$$F = \frac{1}{2} \cdot \left( \left( \sum_{j=1}^n w_{j,n+1} \cdot q_j^1 - v_{n+1}^2 \right)^2 + \left( \sum_{j=1}^n w_{j,n+1} \cdot q_j^2 - v_{n+1}^1 \right)^2 \right).$$

Настройку весов можно осуществить с помощью метода градиентного спуска. Рассматривалась возможность применения правила, по которому происходит изменение значений вершин построенной

когнитивной карты, в следующем виде:  $v_i(t+1) = f\left(\sum_{j=1}^n w_{ji} \cdot v_j(t)\right)$ ,

где  $f()$  — нелинейная, монотонно возрастающая функция, преобразующая сумму входов, втекающих в  $i$ -ый узел, в некоторое число из интервала  $[0; 1]$ .

Нечеткая продукционная когнитивная карта. В этих картах концепты представлены в виде нечетких множеств, определяемых функциями принадлежности к базовому множеству. Причинно-следственные отношения между двумя концептами выражены в виде нечеткого продукционного правила со структурой «один вход-один выход»: если «увеличение концепта»  $X_i$  малое», то «уменьшение концепта»  $X_i$  среднее». Для объединения отдельных влияний на выходном концепте применяется специальная операция «нечеткого аккумуляирования с переносом». Этот вид аккумуляирования позволяет обрабатывать нечеткие числа по двум «координатам» (принадлежности и базовому множеству) и учитывать аддитивный характер влияний отдельных концептов. Применительно к поставленной задаче причинные связи между концептами имеют некоторые особенности. Продукции, задающие связи между концептами-критериями  $X_j$  и  $X_i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) описывают увеличение концепта  $X_i$  в зависимости от значения приращения концепта  $X_j$ . Влияния же концептов-критериев на результирующий концепт  $X_{n+1}$  могут приводить как к его увеличению, так и уменьшению (например, низкая оценка критериев, имеющих высокую значимость для занятия вакансии, может значительно снизить итоговую оценку соответствия соискателя (сотрудника) вакансии (должности)). Значения концептов-знаний, известные на начальном этапе, в процессе моделирования не меняются. Процедура настройки параметров карты на основе накопленных статистических данных достаточно сложна из-за значительного количества этих па-

раметров. Один из возможных выходов в данной ситуации видится в построении нейронной сети на основе выборки оценок всех концептов в различных ситуациях, получаемых по карте. Впоследствии эта нейронная сеть может быть обучена на статистической выборке. В случае добавления новых концептов (включения в модель специалиста новых критерий ПД) обучающая выборка для нейронной сети снова может быть получена с помощью соответствующей когнитивной карты.

В таблице 1 и на рис. 2 представлен фрагмент когнитивной карты ИТ-специалиста, составленной на базе ПД. В таблице 2 приводятся результаты сравнения моделей на основе четких когнитивных и нечетких продукционных карт.

Таблица 1.

**Фрагмент когнитивной карты ИТ-специалиста на базе ПД.**

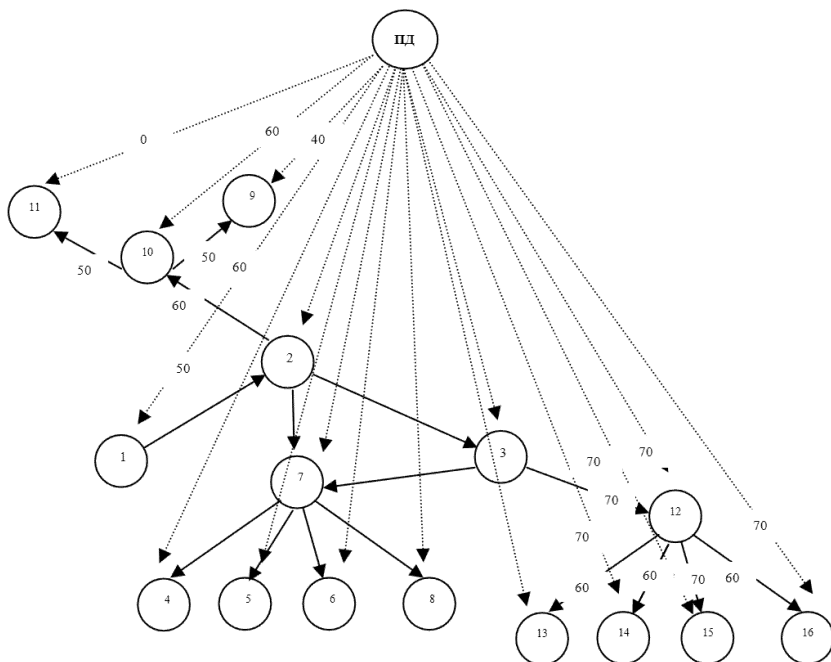
Профиль должности специалиста отдела ИТ			
N п/п	Требования	Значение градации	Балл
1	Возраст	20-40	50
2	Образование	высшее	50
3	Опыт работы	от Злет	20
Профессиональные навыки, знания			
4	Знание формализованных ЯП.	высокое	60
5	Знание основных принципов структурного программирования; видов программного обеспечения; технико-эксплуатационные характеристики, конструктивные особенности, ЭВМ, правила ее технической эксплуатации.	выше среднего	50
6	Технологии автоматической обработки информации; виды технических носителей информации; методы классификации и кодирования информации	высокое	60
7	Разработка программ, обеспечивающие возможность выполнения алгоритмов решения и поставленных задач средствами вычислительной техники.	эксперт	70
8	Тестирование и отладка программ	эксперт	70
Личностные характеристики			
9	Коммуникабельность	средняя	40
10	Мотивация к достижению	высокая	60
11	Конфликтность	недопустима	0

Должностные обязанности			
12	Разрабатывать программы, обеспечивающие возможность выполнения алгоритмов решения и поставленных задач средствами вычислительной техники, на основе анализа математических моделей и алгоритмов решения экономических и других задач	эксперт	70
13	Проводить тестирование и отладку программ	эксперт	70
14	Разрабатывать технологии решения задачи по всем этапам обработки информации	эксперт	70
15	Осуществлять выбор языка программирования для описания алгоритмов и структур данных.	эксперт	70
16	Определять информацию, подлежащую обработке средствами вычислительной техники, ее объемы, структуру, макеты и схемы ввода, обработки, хранения и вывода, методы ее контроля	эксперт	70

Таблица 2.

**Результаты сравнения моделей на основе четких когнитивных и нечетких продукционных карт.**

Четкая когнитивная карта		Нечеткая продукционная карта	
Достоинства	Минусы	Достоинства	Минусы
Простота составления и моделирования импульсного процесса		Более качественное «извлечение» оценочных критериев	Сложность составления и моделирования импульсного процесса
Малое время моделирования			Большое время моделирования
	Использование четких оценок	Использование нечетких оценок	
Простота настройки весов дуг			Сложность настройки карты
	Выход оценок соответствия из интервала $[0; 1]$		Ограничения на используемые функции принадлежности в нечетких продукциях



**Рис. 2. Фрагмент орграфа профессиональных знаний специалиста ИТ.**

Отмечено, что применение представленных методов, основанных на когнитивном анализе, позволяет:

- 1) Построенный орграф позволяет при оценке соответствия соискателя вакансии (сотрудника должности) учитывать не только основные критерии (в случае, если соискатель в полном объеме ими не владеет), но и базовые критерии, необходимые для освоения основных компетенций.
- 2) В случае наличия весов основных критериев, можно получить примерные оценки базовых критериев.
- 3) Использование нечетких продукционных карт способствует наиболее точному и эффективному извлечению оценочных критериев. Использование правил структуры «один вход-один выход» значительно упрощает работу эксперта и позволяет избежать случайных ошибок, обеспечивает согласованность мнений экспертов.

**Литература:**

1. Буланова Ю.В. ИТ-инфраструктура российских предприятий. Ж-л. Отраслевые аспекты технических наук, № 9(21), сентябрь 2012. — С. 75–77.
2. Буланова Ю.В. Информационные технологии в управление предприятием и в государственных структурах, проблемы внедрения. Все-российский журнал научных публикаций, август 2011. — С. 5–6.

**ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ КАК СОВРЕМЕННЫЙ  
ЭТАП РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ*****Н.С. Волкова****Вологодский государственный педагогический университет*

Термин «Интернет вещей» был введен в Массачусетском технологическом институте Кевином Эштоном еще в конце 90-х. За последние несколько лет количество устройств, подключённых к глобальной сети, превысило численность населения Земли. Каждый год в мире появляются новые технологии, которые могут облегчить нашу жизнь, сделать ее более комфортной. Выход в Интернет с любого устройства, вещи — вот чего добиваться практически все производители современных технологий. В 2003 году на нашей планете проживало около 6,3 млрд. человек, а к Интернету было подключено 500 млн. устройств. В 2010 году, в результате стремительного распространения смартфонов и планшетных компьютеров, количество подключенных устройств выросло до 12,5 млрд., тогда как население Земли составило 6,8 млрд. человек. Таким образом, впервые в истории на каждого человека стало приходиться более одного подключенного устройства (1,84 устройства на душу населения) [1]. Эксперты прогнозируют, что к 2015 году, на каждого человека будет приходиться более чем по два устройства, подключенных к глобальной сети.

Интернет вещей представляет собой новый этап развития всемирной паутины, значительно расширяющий возможности сбора, анализа и распределения данных, которые человек может превратить в информацию и, в конечном итоге, в знания. Уже есть проекты, наглядно показывающие его способность преодолеть разрыв между богатыми и бедными, предоставить мировые ресурсы тем, кто больше всего в них нуждается, и помочь нам лучше понять свою планету, чтобы научиться предупреждать глобальные и локальные проблемы. Вместе с тем, есть факторы, замедляющие развитие Интернета ве-

щей. Это, прежде всего, принятие единого набора общих стандартов и разработка источников питания для миллионов (и даже миллиардов) миниатюрных датчиков.

Современная техническая среда содержит огромное количество датчиков температуры, давления, вибрации, освещения, влажности и физических нагрузок. Интернет стал использоваться в ранее недоступных сферах. Пациенты начинают проглатывать интернет-устройства, позволяющие точно диагностировать некоторые заболевания и выявлять их причины. Микроскопические датчики, подключенные к Интернету, можно закреплять на растениях, животных и геологических образованиях. С другой стороны, Интернет начинает выходить в открытый космос, например, в рамках программы Cisco IRIS (Internet Routing in Space — интернет-маршрутизация в космосе).

Для того чтобы Интернет вещей полностью реализовал свои возможности, его датчики должны работать совершенно автономно. Это означает необходимость разработки миллиардов батареек для миллиардов устройств, установленных по всей планете и даже в космосе. Датчики должны научиться получать электроэнергию из окружающей среды, от вибрации, света и воздушных потоков. Недавно анонсирован пригодный к коммерческому использованию наногенератор — гибкий чип, преобразующий в электроэнергию человеческие телодвижения. Об этом стало известно в марте 2011 года на 241-ом собрании Американского химического общества. Это событие стало важной вехой на пути к портативной электронике, использующей движения человеческого тела для производства электроэнергии, что позволит обходиться без батареек и розеток электрической сети [1].

Качественная техническая поддержка шагнет вперед и будет размещена непосредственно на устройстве: сенсорные экраны с поиском ответа в базе знаний, возможность пообщаться со специалистом или назначить встречу для сервисного обслуживания. Интернет вещей может значительно повысить качество жизни пожилых людей, которых становится все больше и больше. Представим себе, например, небольшое носимое устройство, считывающее данные о здоровье человека и передающее сигнал тревоги по достижении определенных пороговых значений. Кроме того, такое устройство сможет понять, что человек упал и не может подняться [2].

Вместе с тем, возникают два существенных вопроса: какую информацию мы оставляем в глобальной сети, и кто может получить к ней доступ? Роб Ван Краненбург в своей статье «Город доверия и город контроля» описывает свое видение будущего, он утверждает, что «город доверия» только снаружи кажется неконтролируемым. Но на самом деле, благодаря новым технологиям, мы имеем постоянное



наблюдение в глобальной сети, которое предоставляется нам в качестве опции на наших устройствах. В Интернете вещей изменяются отношения между людьми, они будут более автономны. Четыре вещи уже изменились. Во-первых, электронные датчики стали иметь меньший размер и более высокое качество. Во-вторых, люди начали использовать мощные вычислительные устройства, как правило, замаскированные под мобильные телефоны. В-третьих, СМИ заставили казаться Интернет вещей нормальным для всех людей. И, в-четвертых, мы получили наметк на рост глобального супер-интеллекта. Например, если человек оставит свой ноутбук случайно в поезде, то в Интернете вещей найти его можно будет в любой поисковой системе, более того, можно организовать его доставку домой [3].

Таким образом, современный человек постепенно перемещается из уединенной частной жизни в виртуальную, теряя свою идентичность. Интернет вещей не должен стать технологией ради технологии, это новый этап эволюционного развития глобальной сети, который может кардинально изменить жизнь человека и общество, в связи с чем необходимо его философское осмысление и гуманитарная экспертиза.

### **Литература:**

1. *Эванс Д.* Интернет вещей: как изменится вся наша жизнь на очередном этапе развития Сети. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cisco.com/web/RU/news/releases/txt/2011/062711d.html>
2. *Chung D.* Customer Service in the Age of the Internet of Things // Harvard Business Review. August 16, 2013.
3. *Kranenburg R. van.* The Internet of Things. A critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID. Amsterdam, 2008. — 61 p.

## **ОТ ПАРАДИГМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА К КОНЦЕПЦИИ РАЗУМНОГО ОКРУЖЕНИЯ**

***Н.А. Ястреб***

*Вологодский государственный педагогический университет*

Одной из наиболее плодотворных в инновационном плане идей XX в. была предложенная в 50-е гг. программа разработки искусственного интеллекта. Ее «слабая» версия, реализующая задачу разработки устройств, способных выполнять за человека ряд интеллектуальных операций, по сути, лежит в основе когнитивной и информа-

ционной революции конца века. «Сильная» версия, как концепция создания мыслящих машин, оказалась крайне продуктивной для философии, не только поставив интересные проблемы, но и позволив взглянуть на традиционные философские вопросы, например, проблему сознания, по-новому. В настоящее время зарождается третье направление в искусственном интеллекте, в основе которого лежит задача создания способной к автономному существованию и самоуправлению среды, получившее название «Ambient Intelligence», которое условно можно перевести как «разумное окружение».

Парадигма четвертой промышленной революции подразумевает новый подход к классификации и управлению информационными потоками, в рамках которого «здания, автомобили, потребительские товары, и люди становятся информационными пространствами» [1, с. 13]. Одна из основных идей концепции разумного окружения состоит в превращении в информацию тех данных, которые человек обычно воспринимает как фоновый шум или не воспринимает вовсе. Колебания температуры, влажности, звуковые шумы, ветер, электромагнитные поля и многие другие источники человек, в большинстве случаев, не может отследить и проанализировать. Умная среда сможет использовать их для решения различных задач, от поддержания заданных условий в помещении до прогнозирования климатических изменений. Отличие от устройств, с которым привык иметь дело современный человек, состоит в том, что компьютерные технологии уходят в тень, становятся незаметными, растворяются в среде. Они не будут требовать от человека постоянного контроля и управления. Это, в свою очередь, ставит ряд проблем, прежде всего связанных с надежностью технологий, безопасностью и готовностью человека с ними взаимодействовать.

С момента своего возникновения идея искусственного интеллекта развивалась параллельно с ее художественным осмыслением, лейтмотивом которого был страх бунта машин, восстания разумных устройств против своего создателя. История показала, что за подобным алармизмом выходят из поля зрения более существенные трудности, требующие тщательного изучения. Основной опасностью концепции разумного окружения считается создание среды тотального контроля над человеком, осуществляемого его же собственными телефонами, планшетами, кондиционерами, и даже утюгами.

Для успешной реализации программы разумного окружения необходимо, помимо технического и программного обеспечения, выполнение двух условий, а именно, готовности человека к существованию в умной среде и разработки надежных технологий защиты персональной информации. Введение смартфонов, планшетов и разработка приложений для них показали, что многие уже сейчас го-

товы жить в открытой среде. Интернет 90-х был средой анонимности, сохранение которой считалось главной задачей. Сейчас, когда стало понятно, что любое действие в сети, будь то размещение фотографии или отправление сообщения, сохраняется навсегда, наилучшим способом поведения становится разумная открытость, существование от своего имени, правдивость и ответственное отношение к размещаемому контенту.

Р. ван Краненбург описывает две утопии, показывающие варианты сосуществования человека и разумного окружения. Первый он называет «городом контроля», описанным еще Дж. Оруэллом и Ф. Замятинным. Альтернативой ему может стать «город доверия» («City of Trust»). Различие между ними состоит не в наличии или отсутствии множества устройств наблюдения, а в доступе к ним. Город контроля предполагает, что право использовать данные с видеокамер и других устройств принадлежит полиции, спецслужбам, государству, которые объясняют ограничение доступа простых жителей обеспечением их безопасности, но в реальности создают мир тотального контроля. Второй подход состоит в обеспечении возможности всех жителей пользоваться данными, чтобы, например, автомобиль мог запрашивать информацию с видеокамер для прокладки маршрута в объезд пробок, детская коляска могла перед поворотом сканировать, насколько безопасно за углом и т.д., то есть этот город «построен больше на доверии, чем на контроле» [1, с. 3]. Этот пример отсылает к давно поставленной в философии техники проблеме выбора парадигмы использования изобретений. К. Ясперс определял смысл техники в «единстве преобразования среды для целей человеческого существования» [4, с. 123]. Он подчеркивал, что техника представляет собой только средство, иногда ошибочно рассматривающееся как самоцель. Однако степень ее влияния такова, что человек подпадает под ее власть, а сама она становится «ни от кого не зависимой, все за собой увлекающей силой» [там же, 145].

Образом современности становится кювез, аппарат для создания среды жизнеобеспечения новорожденного ребенка, он «символизирует онтологическое единство человека с техносредой» [2, с. 15]. Человек уже давно практически не способен жить в мире природы, не адаптированном технологиями для обеспечения его потребностей. Особенность нашего времени состоит в том, что техносфера становится своеобразной новой экосистемой со своими процессами саморегуляции, законами эволюции, «нервной системой» в виде глобальных сетей.

Проблемы технизации жизненного мира человека, которые в XX в. вызывали опасения, сейчас становятся реальностью, но перед философией стоят уже другие задачи. Недостаточно изобличать одно-

мерность человека в мире технологий или говорить об утрате единства с природой. Противопоставление человека и машины уходит в прошлое дискурсов техники. Философия техники становится исследованием границы человеческого и искусственного внутри и вовне, техноразвития и коэволюции человека, технологий, природы и общества. Необходима гуманитарная экспертиза технико-технологических изменений, прогнозирование возможных вариантов развития и, главное, выработка парадигмы и стратегии научно-технического, социального и ценностного развития.

### **Литература:**

1. *Kranenburg R. van*. The Internet of Things. A critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID. Amsterdam, 2008.
2. *Алексеева И.Ю., Аршинов В.И., Чеклецов В.В.* «Технолюди» против «постлюдей»: НБИКС-революция и будущее человека // Вопросы философии. — 2013. — №3.
3. *Чеклецов В.В.* Гибридная реальность, НБИКС как интерфейс «человек-машина» // Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция. Под ред. Д.И. Дубровского. — М.: ООО «Издательство МБА», 2013. — С. 107–120.
4. *Ясперс К.* Современная техника // Новая технократическая волна на Западе / Под ред. В.М. Леонтьева. — М.: Прогресс, 1986.

## Секция II. СОЗНАНИЕ, МОЗГ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ

**Руководители:**

**д. филос. н., проф. Д. И. Дубровский (ИФ РАН);**  
**чл.-корр. РАН А. М. Иваницкий (ИВНДиН РАН);**  
**к. филос. н., доц. Д. В. Иванов (ИФ РАН)**

---

### ИНТЕНЦИОНАЛЬНОСТЬ СОЗНАНИЯ И ПРЕДЕЛЫ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ВЫЧИСЛИМОСТИ

**П. Н. Барышников**

*Пятигорский государственный  
лингвистический университет*

В середине и второй половине XX века логико-семантические проблемы, традиционно относящиеся к теории познания и философии науки, были переосмыслены в лингвистической прагматике и семантике. Это связано, прежде всего, с тем, что в гуманитарных науках получили распространение экстерналистские подходы. Особое внимание стало уделяться не значению знака, а способу его данности в живой коммуникации. Системы этих способов данности оказались очень сложными и зависящими от многих факторов, начиная с эмоционального состояния коммуникантов, заканчивая социальным статусом, фоновыми знаниями, гендерными, возрастными признаками и т.д.

В лингвистических исследованиях стала анализироваться способность носителей языка выражать с помощью знаковых систем свои собственные намерения и понимать намерения собеседника, т.е. зачем и почему он произнес то или иное высказывание, исходя из контекста, ситуации, в которой было произнесено высказывание. Особую роль стали играть коммуникативные инструменты достижения целей. Язык в понимании исследователей стал не *просто знаково-символической коммуникативной системой, а видом социальной деятельности и даже формой поведения.*

Например, в современной лингвистической семантике уделяется особое внимание термину «пресуппозиция», который был введен в аналитический обиход Г. Фреге для различения того, что утверждается в высказывании и того, что является предпосылкой для суждения. То есть *пресуппозиция — это неявный смысл высказывания, который, тем не менее, содержится в косвенных признаках*. Для лингвистики проблема пресуппозиции открыла новые горизонты в семантическом анализе значения предложения. В языковых выражениях был выявлен целый пласт подразумеваемых контекстуально-зависимых смыслов, основанных на семантике фоновых знаний.

Анализ фоновых неявных предпосылок пропозиций привел к еще более строгому разделению логико-семантических подходов на номинативные и коммуникативные, а также к сближению вопросов семантики с философскими теориями сознания.

Возникает вопрос, в чем состоит причина этого сближения? Ответ: *все неявные семантические причины тех или иных форм языкового поведения связаны с онтологическим статусом ментальных состояний, интенциональности сознания*. Очевидно, что в философских описаниях содержания сознания речь идет не о естественном языке, а неких высших формах абстракции. Это во многом роднит философию с современными исследованиями в когнитивной лингвистике, представители которой сконцентрировали свои усилия вокруг *проблемы содержательного ядра значения*. Ключевой вопрос: что является концептуальным ядром многозначности, метафоричности, и многомерности выражений естественного языка? Почему языковой знак, погруженный в коммуникативный контекст, не тождественен своему значению, а «мерцает» нестабильными семантическими связями?

Лингвистическая семантика и философия сознания пытаются объяснить, что значит «иметь в виду S, говоря Р». Если Р имеет план выражения, то в чем выражается не прямое осуществление смысла (в терминах Гуссерля)? По сути, ассоциативно-смысловой комплекс, реализуемый в коммуникации, обращается к глубинным ментальным содержаниям сознания, которые не требуют алгоритмического последовательного плана выражения (как, например, это было бы необходимо в машинных языках).

В данном контексте особую роль играют теории аналитической философской традиции, изучающие связь интенциональных состояний с коммуникативными процессами. Главным отличием интенциональной теории значения от когнитивно-семантических подходов является ее направленность на прагматику, т.е. на действие, совершаемое речевым актом. По Грайсу, понимание значения выражения связано с выявлением намерения речевого акта. Значение выраже-

ния определяется следующими отношениями: *выражение X имеет для человека S значение q, только и если только S имеет обыкновение произносить X, когда он подразумевает, что q.* Продолжая развивать мысль Витгенштейна о том, что значение есть употребление, Грайс смог сформулировать главный вопрос семантики: *как происходит переход от физической сущности знака к его смыслу?* Автор предлагает редуцировать значение любых языковых выражений к коммуникативной интенции, предлагая натуралистическую концепцию происхождения языка. Суть этой концепции сводится к следующему: человек на раннем этапе развития сознательно симулировал природные знаки для сообщения о некотором положении дел, в последствие за симуляцией закрепились произвольные денотаты, которые затем превратились в социально обусловленные коммуникативные привычки. Ключевым моментом в интенциональной теории П. Грайса является целеполагание высказывания. В комбинаторных схемах естественного языка на уровне синтаксиса, семантики и прагматики выбирается наиболее эффективный способ достижения результата. Первичную формулировку можно теперь расширить: *S, произнося выражение X, которое для него имеет значением q, обладает намерением I достичь какой-то цели согласно ситуативному контексту».*

С точки зрения логико-математических методов, за ограничениями, накладываемыми на вычислимость процессов сознания, лежит проблема нерекурсивности естественной семантики. Формализации подается любая область значений, даже с нечеткими правилами вывода. Но семантика естественного языка использует ассоциативно-творческий потенциал мозга, память и воображения. Если для машин, согласно теореме о рекурсии, всякий алгоритм, преобразующий любые программы, хотя бы для одной программы выдает эквивалентную ей, то процедуры естественного смыслопорождения выглядят бесконечно произвольными. Естественный язык — это и средство общения, и орудие мышления, и культурный феномен, сохраняющий в себе архаичные пласты культурно-исторической памяти, сложную прагматику речевого поведения, закреплённый опыт и пр. [7, 157] Иными словами, вычислимые структуры языка уже давно описаны и формализованы, но законы, порождающие эти структуры, все по той же геделевской теореме, лежат за пределами этих структур.

Существуют синтетические разработки о спонтанности языковых процессов сознания в духе В.В. Налимова, где предлагается «срединный путь». Например, на основе бейсовской формулы  $p(\mu/y) = kp(\mu) p(y/\mu)$  постулируется размытость смыслов высказывания, зависящая от спонтанного фильтра  $p(y/\mu)$ , который выходит за

пределы атомарных значений, следовательно, и атомарной регистрации фактов. [8, 108] Такой подход пока не укладывается в информационные модели, т.к. противоречит самой природе информации.

Кроме языка и разумного ценностно-ориентированного поведения у исследователей больше нет свидетельств о наличии сознания. На наш взгляд, естественный язык является единственным наблюдаемым феноменом, занимающим промежуточное положение между материальными процессами мозга и идеальными (с точки зрения физикализма) уровнем сознания. Это также единственная знаково-символическая система, на которую не распространяется геделевский аргумент или аргумент китайской комнаты, т.к., в отличие природных сигнальных систем и искусственных логико-математических языков, она является открытой и предназначена для осмысленного процесса семиозиса. В математической логике и формальной семантике за последние пятьдесят лет прилагалось множество решений по процедурам формализации естественного языка: семантика смысла и денотата Г. Фреге, теории объектов и пропозиций Б. Рассела, теории истины А. Тарского, семантики возможных миров С. Крипке, логика смысла и денотата А. Черча и пр. Наиболее перспективным с точки зрения применимости в автоматическом семантическом анализе считается подход, предложенный Р. Монтегю, т.к. в нем заложен принцип предельной сложности: любой естественный язык предлагается понимать как формальный логический язык, который является более сложным по отношению к существующим формальным языкам. Следовательно, при описании естественного языка можно использовать те же понятия и конструкции, что и для других логических языков. К сожалению, такой подход стал применим лишь для проектирования поисковых и экспертных систем и оказался неэффективным для симуляции логики речевого акта. [4] Статистический анализ блогосферы, создание универсальных комплексных баз знаний, индексация всех возможных текстов не приведут машинный интеллект к порождению высказывания или пониманию, так как на сегодняшний день не предложено методов формализации коммуникативной интенции и репрезентации интерпретативных аналогий. Сторонники нейрокибернетики попытались решить проблему «свободного поведения» через моделирование сенсорного восприятия и процессов ориентирования в пространстве и принятия решений. Нейроинформатика начиная с 70-х годов развивается по пути бионических моделей, используя возможности многорядных нейронных сетей перцептронного типа с обучением по методу обратного распространения ошибки, сетей Хопфилда, ассоциативных структур Кохонена, сетей адаптивного резонанса Карпендера и Гроссберга и их модификаций. В этих моделях речь идет о задачах



классификации или сводимых к ним задачах прогнозирования результата по предыдущим значениям, задачам восстановления пропущенных данных и т.п. [5] И здесь есть непреодолимый для искусственных систем момент — непрогнозируемая динамическая сложность окружающей среды. Константное и объектное сенсорное восприятие вполне воспроизводимо, но в силу того, что алгоритмические процедуры искусственной системы не являются частью природного мира (в отличие от генетически обусловлены инстинктов), в количественном соотношении способы реакции системы уступают разнообразию и сложности задач, предлагаемых естественной средой. То есть, несмотря на способность нейронных сетей к т.н. самообучению, количество «вызовов» среды будет всегда превосходить количество решений искусственной системы. Поэтому говорить о поведении искусственных систем еще рано, хотя есть все предпосылки для релевантного решения ограниченного алгоритмом количества задач. Одним из приоритетных направлений в данной области является создание искусственных систем распознающих перцептивно-сенсорные образы, и на основе полученных данных корректирующих принятие решений. Усложненные интеллектуальные процедуры современных систем не делают их разумными или живыми, но будучи включенными в жизненные миры человека, они приобретают некоторые черты осмысленности.

Еще более сложной задачей на этом фоне выглядит моделирование языкового поведения. Существуют технологические возможности моделирования естественного сигнала с его ограниченным репертуаром значений. Так на основе расшифрованного танца пчелы в оденском Центре изучения акустической коммуникации животных (Дания) была создана пчела-робот, способная передавать через синтаксические структуры «танца» информацию о местоположении корма.[6, 305–306] Несмотря на впечатляющие успехи зоосемиотики в использовании теории информации для анализа коммуникационных систем животных, современная наука сталкивается с непреодолимыми свойствами естественного языка человека: это полисемантизм, интерпретативная основа коммуникации, знаковость, возможность метаописания. Иными словами, человек использует не сигнал, а знак, по коммуникационным каналам транслируется не информация, а смысл, и адресат не принимает, а понимает и интерпретирует полученное сообщение. Человеческое сознание — идеальный инструмент для такой открытой множественной системы. Теоретико-информационный подход способен расшифровать количественную составляющую сигнальной системы или уровни сложности этой системы, но не смыслообразующие процедуры сознания, спо-

собного на ограниченном репертуаре знаков порождать бесконечное количество смыслов.

С подобными ограничениями столкнулась и современная сетевая парадигма *Semantic Web*, предлагающая преобразование информации в семантическую сеть, интерпретируемую онтологиями. То есть вместо обычного обмена ссылками через URI (*Uniform Resource Identifier*) сервер использует контекстные метаданные *RDF* (*Resource Description Framework*), как бы извлекая содержание из сетевого объекта информационного обмена на основе логического вывода. Таким образом, можно было бы говорить о некоем прототипе машинного понимания, но возникает проблема отсутствия критерия истинности метаданных (нужен универсальный словарь значений); отсутствия универсальной онтологии верхнего уровня (множества всех множеств, способного задать параметры классификаций), а также невозможность составления правил инференции (семантического вывода) естественного языка. Языковые процедуры сознания, чья семантика невычислима, свободно решают проблему концептуализации опыта восприятия и опыта коммуникации. Очевидно, что информационных моделей для анализа перехода сигнала в знак, а затем в мотивированное сообщение-высказывание недостаточно. Повышение объемов и вычислительных мощностей синтаксической организации информации явно не приводит к семантике естественного языка.

Какие можно сделать выводы из вышеизложенных рассуждений?

Очевидно, что т.н. «миф о гомункуле» на сегодняшний день устарел и наделение искусственных интеллектуальных систем чертами существ, обладающих мышлением, сознанием и языком непродуктивно. Но симуляция процессов мозга и мотивированного поведения может привести к нетривиальным научно-техническим результатам. На наш взгляд, не вызывает сомнения наличие в человеческом сознании и языке невычислимых и неформализуемых современными методами процессов. Способность человека к самосознанию искусственно не моделируется. Хотя, если нейробиология откроет физические основания «Я» или гуссерлевской «безотчетной самоданности» сознания, то можно будет говорить о полноценной информационной модели сознания. Ключевым моментом в моделировании процессов сознания является *mind-brain problem* или в более широком аспекте *mind-body problem*. Проблема перехода материального в психическое, сигнала в знак, синтаксиса в семантику, регистрируемой информации в понимаемый смысл, на сегодняшний день является методологически наиболее трудной. Междисциплинарные исследования лингво-когнитивных процессов сознания, по-видимому,

способны привнести ощутимый вклад в указанную проблему. Для понимания сущности сознания одной из ключевых задач на сегодня является анализ и моделирование глубинных семантических процедур естественного языка. Единственным ограничением пока что остается феноменология алгоритма, функционирующего в определенном диапазоне значений (в программной онтологии), в то время как человеческие эмоции, воля, сознание, язык рождают смыслы из бесконечности.

### Литература:

1. *Рассел С., Норвиг П.* Искусственный интеллект: современный подход. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006., С. 1249.
2. *Jefferson G.* The mind of mechanical man: The Lister Oration delivered at the Royal College of Surgeons in England. *British Medical Journal* [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2050428/> (Дата обращения 27.11.11).
3. *Крис Ф.* Мозг и душа: как нервная деятельность формирует наш внутренний мир. М.: Астрель: CORPUS, 2010, С. 40–47.
4. *Швецов А.Н., Летовальцев В.И.* Программная формализация методами интенциональной логики./ Программные продукты и системы. №3, 2010. [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://swsys.ru/index.php?page=article&id=2566> (Дата обращения: 28.11.11).
5. *Самарин А.И.* Нейросетевые модели в задачах управления поведением робота [Электрон. ресурс] Режим доступа: <http://neurolectures.narod.ru/2001/Samarin-2001.pdf> (Дата обращения 1.12.11).
6. *Резникова Ж.И.* Современные подходы к изучению языкового поведения животных. / Разумное поведение и язык. Вып. 1. Коммуникативные системы животных и язык человека. Проблема происхождения языка / Сост. А.Д. Кошелев, Т.В. Черниговская. — М.: Языки славянских культур, 2008. — 416 с.
7. *Попович М.В.* Философские проблемы семантики. Киев, Изд-во: «Наукова думка», 1975. — С.157.
8. *Налимов В.В.* Спонтанность сознания: вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. М.: «Прометей», 1989. — С. 108.

## РАЦИОНАЛЬНОСТЬ И СПОСОБНОСТЬ К РЕФЛЕКСИИ

**А. О. Григорьев**

*Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)*

Рациональность — комплексное понятие, при рассмотрении которого можно выделить различные аспекты. В частности, можно выделить коммуникативную рациональность, проявляющуюся при межсубъектном обсуждении, дискурсе; рациональность цели и средства, характеризующую способность субъекта формировать цели в виде инобытия реальности, а затем находить средства изменения реальности в соответствии с построенной целью; рациональность в смысле разделения субъекта и объекта. Следует также отметить, рациональность — свойство, присущее субъекту не как постоянная характеристика, но как характеристика, проявляющаяся в его действиях, то есть ситуационное понятие. Один и тот же субъект может быть как рациональным, так и нерациональным в различных ситуациях.

Итак, рациональность в какой-либо ситуации можно рассматривать как проявление по меньшей мере одного из трех ее аспектов, перечисленных выше. В этом случае будет полезно выделить общие свойства, которые были бы присущи каждому из этих аспектов и позволяли бы охарактеризовать понятие рациональности в целом. Для этого последовательно рассмотрим понятия рациональности трех типов.

Обратимся к определению рациональности Хилари Паттнэма, согласно которому человек рационален, если понимает вопрос, который ему задают, и прилагает усилия, чтобы найти на него ответ. Таким образом, для определения рациональности некоего субъекта необходимо установить его способность понимать заданные вопросы. Однако, согласно Шлейермахеру, задача понимания является бесконечной в силу необходимости учитывать объективно-исторический и субъективно-исторический моменты речи автора и понимать его речь лучше, чем он сам [1], и потому способность понимать является не качественной, а количественной характеристикой, притом не имеющей достижимого предела. Следовательно, ее наличие не позволяет говорить о наличии или отсутствии рациональности в действиях какого-либо субъекта, так как в некоторой степени она

проявляется у любого способного воспринимать речь как знак субъекта, и граничное условие этой характеристики не определено.

Но рациональный субъект должен не только понимать вопрос, необходимо также предпринимать действия для нахождения ответа на него. Этот процесс также можно назвать бесконечным, так как он напрямую связан с процессом понимания субъектом вопроса, который мы признали бесконечным. Кроме того, отметим, что само по себе это свойство может быть присуще не только рациональным существам, так как понятие «прилагать усилия» не предполагает обязательного наличия какой бы то ни было системы, согласно которой поиски ответа можно было бы считать процессом мышления и анализа. С учетом приведенных выше аргументов, необходимым пояснением к определению Паттнэма становится требование рефлексивной оценки субъектом своих действий как при понимании поставленного вопроса, так и при поиске ответов на него.

Можно сделать вывод, что способность к рефлексии является неотъемлемым атрибутом субъекта при проявлении коммуникативной рациональности. Проверим, верно ли это для других типов рациональности.

Рассмотрим, в частности, рациональность в смысле цели и средства, способности к целеполаганию. Она подразумевает способность к созданию иных умозрительных реальностей, рассмотрение вариантов которых позволяет выбрать линию поведения, позволяющую достигнуть некоторой цели. Можно сказать, что рациональных существ отличает способность к воображению. Традиционно эту способность считают отличительной чертой человека, выделяющей его среди представителей животного мира, действующих инстинктивно.

В этой связи целесообразно обратиться к работам биолога Ричарда Докинза, а именно, к его произведению «Эгоистичный ген». В данной книге он выявил общие основания в поведенческих моделях различных животных и высказал гипотезу о том, что поведение животного определяется в первую очередь наиболее широким распространением его генов, а не собственным выживанием как индивида [2]. Для достижения этой цели живые организмы, пусть и на примитивном уровне, но все же способны проявлять способности к анализу ситуации и выбору наиболее предпочтительного варианта поведения. Данная гипотеза хорошо подтверждается наблюдениями и в настоящее время является общепринятой точкой зрения.

В качестве одной из иллюстраций применений его гипотезы к реальному миру Докинз привел пчелиный улей и его матку. Генетический код матки улья статистически на 50% совпадает с генетическим кодом рабочей пчелы этого же улья; в то же время генетический код

двух рабочих пчел практически идентичен. Таким образом, легко объяснить ситуацию, в которой рабочая пчела жертвует своей жизнью ради спасения хотя бы двух других рабочих пчел — в этом случае ее генетический код в популяции будет более распространен, чем в случае выживания одной пчелы, и потому такой поступок является выгодным. Однако гораздо более интересной является ситуация, при которой рабочая пчела жертвует собой ради выживания матки улья. В этом случае в популяции сохраняется около 50% генетического кода рабочей пчелы, так что такое решение представляется невыгодным. Однако в долгосрочной перспективе выжившая матка продолжит распространять генетический код пчелы в своих потомках, в то время как рабочая пчела неспособна участвовать в процессе размножения и передавать свой генетический код. Таким образом, рабочая пчела проявляет способности к анализу комплексных ситуаций, руководствуясь не только непосредственно наблюдаемыми факторами реального мира, но и предположениями о наличии таких факторов, имеющими вероятностный характер, и даже оперирует сложными абстрактными понятиями, такими как потенциальная выгода. Соответственно, поскольку в основе поведения разных видов животных лежат общие принципы, можно говорить о наличии схожих способностей у любых достаточно развитых организмов, хотя эффективность этого анализа будет различной у разных видов. И это действительно способности к анализу, а не набор жестко заданных инструкций, выполняющихся при определенных начальных данных, так как они продолжают проявляться даже при существенных изменениях внешней среды, обеспечивая адаптацию вида к новым условиям.

Но не наличие ли такой способности говорит о существовании воображения, своего рода умения обращаться к инобытию реальности для определения некоторой цели и выбора средств, способствующих ее достижению? Действительно, можно сделать вывод о том, что практически любое живое существо в некоторой степени обладает рациональностью в смысле формирования цели и средств ее достижения, что определенно не укладывается в рамки бытового определения рациональности. В связи с этим попробуем дополнить определение уже известным нам требованием: способностью субъекта к рефлексии. Таким образом, мы сделаем определение более строгим и позволим отличать появление «животной» рациональности от более высокого уровня рациональности, присущего субъектам, анализирующим причины своего поведения. Можно сделать вывод о том, что и для данного типа рациональности такое требование будет уместным.

Рассмотрим теперь последний тип рациональности, связанный с разграничением понятий «субъект» и «объект». Этот тип наиболее тесно связан с понятием рефлексии. Для того, чтобы субъект воспринимал себя как субъекта, он в первую очередь должен осознать, что является сущностью, сознательно оказывающей влияние на процесс, относительно которого он является наблюдателем или актантом [3]. В этом смысле субъект должен быть способен выделять себя в качестве первичного источника событий, который осознанно принимает то или иное решение. Уместно вспомнить в этой связи рациональность в смысле способности к целеполаганию и нахождению средств достижения цели: для того, чтобы быть субъектом применительно к некоторой ситуации, нужно не только оказывать воздействие на реальность. Важно, чтобы это воздействие совершалось не случайным образом, а с целью достижения некоторого заранее выбранного результата, и выбор способа воздействия осуществлялся путем анализа возможных вариантов развития событий. Кроме того, должны быть установлены основания, в соответствии с которыми был осуществлен выбор цели и средств. В противном случае действия субъекта не будут отличаться от простой реакции на изменение окружающей реальности, что делает его неотличимым от объекта и тем самым приводит к невозможности разграничения понятий «субъект» и «объект» и, таким образом, показывает отсутствие рациональности третьего типа применительно к данной ситуации.

Следовательно, третий тип рациональности также требует от существа не только наличия способности к рефлексивному подходу, но и ее применения (так как рациональность, как было упомянуто выше, является понятием ситуационным и характеризует не самого субъекта, а его поведение в некоторой ситуации) для анализа оснований собственных действий, а также степени их влияния на окружающую реальность. Мышление должно быть направлено не только на принятие решения, но и на самое себя и на установление собственных оснований.

Таким образом, нам удалось выделить общее свойство, которое является обязательным для установления рациональности субъекта в тех или иных обстоятельствах, рассмотрев его составляющие: коммуникативную рациональность, рациональность цели и средства и рациональность применительно к понятиям субъекта и объекта. Это свойство — способность к рефлексивному мышлению; помня о том, что понятие рациональности используется применительно к определенным ситуациям, учтем также, что для проявления рациональности субъект должен активно применять эту способность, будучи задействован в актах коммуникации, наблюдения или целеполагания.

Данная поправка сформулирована с целью коррекции понятия рациональности и его перевода на качественный уровень. В то время как классические определения позволяют осуществлять количественную оценку той степени, в которой субъект проявляет свойство рациональности, наличие способности к рефлексии является качественной чертой, которая позволяет сделать вывод о том, оказывает ли степень рациональности индивида достаточно существенное влияние на его мышление. Кроме того, выявление общего свойства различных аспектов рациональности подтверждает то, что эти аспекты действительно являются различными проявлениями одного качества рационального существа.

### **Литература:**

1. *Шлейермахер Ф.* Герменевтика. — СПб.: Европейский дом, 2004. — 64 с.
2. *Докинз Р.* Эгоистичный ген. — М.: Мир, 1993. — 243 с.
3. *Кант И.* Критика чистого разума. — М.: Мысль, 1994. — 244 с.

## **ТЕЛЕСНОСТЬ, СОЗНАНИЕ И СРЕДА (К ВОПРОСУ О «ГИБРИДНЫХ ОБЪЕКТАХ» И «ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ»)**

***А.Е. Конюховская***

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

«Орудия расширяют область нашей деятельности и нашего чувства тем, что они продолжают наше тело» [1]. Новейшие технологии делают это во все более необъятном масштабе. Неоднозначность границы между субъектом и объектом может быть продемонстрирована в классическом феномене зонда (Леонтьев А.Н., 1975). Смысл этого феномена заключается в том, что человек, использующий для ощупывания зонд, парадоксальным образом локализует свои ощущения не на границе руки и зонда, а на границе зонда и объекта. Ощущение оказывается смещенным, вынесенным за пределы естественного тела в мир внешних вещей. Зонд, включенный в схему тела и подчиненный движению, воспринимается как его продолжение и не объективируется. Важно в этом феномене то, что граница локализации зависит от его автономности/предсказуемости. Если человеку не известна конфигурация зонда и ожидаемые ощущения не совпадают с действительным, то граница находится между рукой и зондом. Данный феномен демонстрирует подвижность гра-



ниц телесности субъекта и то, что сознание проявляет себя лишь в столкновении с «другим». Становясь «своим», внешний мир как бы растворяется в субъекте, продвигающем свою границу вовне [2].

Где есть граница, там можно говорить об интерфейсе (англ. interface — сопряжение, поверхность раздела, перегородка). Вещь играет роль сложного интерфейса между телом человека, его сознанием, культурой и социумом. Вещь выступает посредником не только организации социального пространства и времени, но и трансформации жизненного мира и самого тела человека.

Через вещи человек создает искусственную среду, которая заставляет его приспосабливаться к новым условиям. Приспособление к среде включает изменение сознания и поведения. Хорошо иллюстрирует это интернет, который превращается в экстракорпоральный орган особой долговременной памяти социума. Б. Спэрроу показала, что интернет является разновидностью трансактивной памяти; в этом плане она продолжает развивать идею Д. Уэгнера, изложенную в его статье «Когнитивная взаимосвязь близких отношений» (1985) [3]. Идея трансактивной памяти заключается в том, что помимо собственной памяти личности существуют своеобразные «внешние хранилища», в том числе в других людях. В результате приспособления к Интернет-среде, постоянному существованию в огромном информационном потоке, у человека изменяется поведение в работе с информацией. Как показала в своих экспериментах Б. Спэрроу, запоминание пути поиска информации становится важнее запоминания самого содержания информации.

С Интернетом появился и новый тип общения — чат, в котором возможна параллельная переписка с множеством собеседников одновременно. Необходимость «не терять нить разговора» и соблюдать разные социальные роли в большом количестве приводит к такой трансформации сознания, как «распараллеленность мышления» (В.Г. Буданов).

Происходит значительная трансформация Интернета, связанная с распространением функций и свойств компьютера на обычные вещи, которые насыщаются информационно и превращаются в так называемые «гибридные объекты», «разумные» вещи, наделенные такими способностями как память, распознавание объектов, определение местоположения, вычисления, возможность обрабатывать информацию, чувствовать (Сенсорные сети, «Разумная среда»), взаимодействовать с другими вещами, сетями, устройствами, людьми. Интернет людей превратился в Интернет Вещей, так как, по оценкам корпорации Cisco, количество устройств, подключенных к глобальной сети, превысило численность населения Земли [4]. Через Интернет Вещей срастается реальность и виртуальность, образуя гиб-

ридные объекты в Разумной Среде. Через панкоммуникацию Интернета Вещей срастается реальность и виртуальность, образуя гибридные вещи в Разумной Среде (Smart Environment). Интернет, как «глобальная репрезентация Сознаний/Тел/Сред и их многочисленных взаимосвязей, все плотнее сцепляется с объектами, пропитывает материальный Мир (Дополненная, Смешанная, Гибридная Реальность)» [5]. Гибридные объекты размывают границы между культурой и природой, деятелем и материалом, что также иллюстрирует развитие NBIC-конвергенции.

Таким образом, телесность человека расширяется через экстракорпоральные органы, а Интернет Вещей трансформирует среду обитания, изменяя поведение и сознание людей. В этом состоит суть антропотехнологических преобразований, которые совершаются во все более ускоряющемся темпе. Они представляет собой триединый процесс — взаимообусловленные изменения телесности, сознания и внешней среды.

### **Литература:**

1. Русский космизм. Сборник, составители: С.Г. Семенова, А.Г. Гачева. — М., 1993. — С. 149.
2. *Тхостов А.Ш.* Психология телесности. — М.: Смысл, 2002.
3. Sparrow, Betsy; Liu, Jenny; Wegner, Daniel M. (14 June 2011). Google Effects on Memory: Cognitive Consequences of Having Information at Our Fingertips // Science 333.
4. *Dave Evans.* The Internet of Things. How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. Cisco White Paper. Cisco Systems (11 April 2011). См. также: Чеклецов В.В. Чувство планеты. Интернет Вещей и следующая технологическая революция. — М.: Российский исследовательский Центр по Интернету Вещей, 2013.
5. *Чеклецов В.В.* Топологическая версия постчеловеческой персонологии: к Разумным Ландшафтам. — Философские науки. Выпуск 6. — 2010. — С. 36–54.

## ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧУВСТВЕННО-ОБРАЗНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИНТЕЛЛЕКТА

**Н.В. Мальчукова**

*Иркутский государственный университет*

Моделирование чувственно-образной составляющей интеллекта продолжает оставаться одной из актуальных задач такого направления научных исследований, как искусственный интеллект. Решение данной задачи требует выявления специфики взаимосвязи не только сознательных и нейрофизиологических процессов, но и сознательных, нейрофизиологических и телесных процессов в целом. Такой целостный подход наряду с рассмотрением роли органов чувств, выступающих каналами получения и переработки информации в интеллектуальной деятельности, требует уделить особое внимание рассмотрению роли телесной реализации, а именно, физической, двигательной активности человека в процессах мышления.

Философско-антропологические, антропологические, психологические, физиологические исследования особенностей формирования и развития интеллектуальных способностей человека указывают на особую значимость для реализации этих процессов, как в филогенезе, так и в онтогенезе двигательной активности человека. В филогенезе для становления и развития мышления важными, в частности, оказывается прямохождение человека и как следствие — развитие руки (перпендикулярное положение большого пальца по отношению к другим) и мелкой моторики. В онтогенезе в развитии интеллекта особенно важным оказывается развитие моторных способностей ребенка, отставание в котором влечет за собой и отставание в интеллектуальном развитии. Подчеркивая важность моторики в гармоничном развитии ребенка, физиотерапевт Г. Доман, например, вводит такое понятие как «физический интеллект» [2]. Двигательная активность также сохраняет свою значимость в процессах мышления и при достижении человеком взрослого состояния. В этом отношении интересны биографические свидетельства таких выдающихся личностей, как В. Моцарт, А. Эйнштейн, Ч. Дарвин о том, что разрешение наиболее сложных проблем и формирование творческих идей происходило у них именно в момент совершения прогулки [1]. Здесь можно также вспомнить и Аристотеля, который имел обыкновение прогуливаться с учениками во время чтения лекций, из-за чего позже последователи его учения были названы перипатетиками.

Применение эволюционного подхода к объяснению происхождения человека и его психики, реализующееся в философских и кон-

кретно-научных исследованиях, позволяет утверждать, что формирование и развитие чувственно-образного, сенсорного механизма воспроизведения действительности становится возможным благодаря развитию способов освоения пространства у живых организмов, теснейшим образом связанному с развитием форм их двигательной активности. Сформировавшийся таким образом на уровне высокоорганизованных животных чувственно-образный механизм воспроизведения действительности выступает затем своеобразной базой формирования рационально-логического механизма воспроизведения действительности у непосредственных предков человека — прегоминид, и дальнейшего его развития у человека.

Значимость чувственности, сенсорики для реализации рациональности сохраняется и в онтогенетическом развитии человека. Разумеется, это не подразумевает того, что рациональность можно неким индуктивным образом вывести из чувственности, но указывает на то, что чувственность выполняет некоторую стимулирующую функцию в отношении рациональности, хотя это и не исключает в свою очередь обратного влияния рациональности на чувственность. При этом в объяснении работы чувственно-образного механизма воспроизведения действительности оказывается важным не только учет его внутренней реализации, т. е. — физиологии высшей нервной деятельности, но и внешней, т. е. особенностей двигательной активности человека. Это в свою очередь указывает на то, что человек выступает как особое психосоматическое единство не только с позиций влияния психики на его телесную организацию (наиболее распространенное истолкование понятия «психосоматика»), но и с позиций влияния его телесной организации и реализации на протекание психических процессов, и в таком случае следует иметь в виду, что органом мышления человека выступает не только мозг, но и в целом тело человека.

Если с учетом изложенного рассматривать возможности моделирования чувственно-образной составляющей интеллекта в частности, а также возможности ее моделирования в единстве с рациональной составляющей, становится очевидным, что они мало реализуемы в рамках так называемого нисходящего подхода к разработке искусственного интеллекта, который на первый план выдвигает символическое моделирование высших психических функций. Однако недостаточной здесь будет и методология только восходящего или биологического подхода, ориентированного на создание искусственных интеллектуальных систем (например, нейронных сетей), повторяющих в своей структуре и функционировании естественные, биологические системы. Наиболее продуктивным в данном случае следует считать гибридный подход, опирающийся на комбинацию нейронных и сим-

вольных моделей. В то же время надо иметь в виду, что гибридный подход фиксируется при моделировании психических процессов преимущественно на внутренних (нейрональных) механизмах их реализации, т.е. фактически работает только в рамках парадигмы психика — мозг и не учитывает роль телесного фактора в целом в их реализации. В результате становится ясным, что и применение данного подхода к моделированию чувственно-образной составляющей интеллекта имеет свои ограничения. Можно предположить, что данные ограничения будут сняты в процессах развития интеллектуальной гуманоидной робототехники. Однако если иметь в виду, что, несмотря на достижения в области исследований психической деятельности человека, имеющиеся знания о взаимосвязи психических и нейрофизиологических, психических и телесных процессов все же отличаются существенной неполнотой, то предсказать когда и как будут сняты эти ограничения, оказывается достаточно непросто.

### **Литература:**

1. Дилтс Р. «Путь размышлений» Дарвина. — [Электронный ресурс] — Mode access: [http://nlp-ist.narod.ru/docs/materials/dilts\\_darwin.html](http://nlp-ist.narod.ru/docs/materials/dilts_darwin.html)
2. Доман Г. Гармоничное развитие ребенка. — М.: «Аквариум», 1996. — 448 с.

## **ЭВОЛЮЦИЯ И ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ТРАНСГУМАНИЗМ С ПОЗИЦИЙ ОБЩЕЙ СЕМИОТИКИ**

**А.Ю. Нестеров**

*Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)*

Эволюция как открытие новых форм семиозиса — в истории человечества и в границах эпистемически фиксируемой семиосферы — определяется сочетанием ряда процессов, включающих как минимум рефлексивную способность к созданию инобытия (образа или модели), способность соотносения рефлексивной модели и синтаксиса рассудка (последний может браться в виде систем логико-грамматических правил или экзосоматической технической среды), способность фиксировать инобытие в качестве цели и комбинировать ресурсы семиосферы для её достижения. Онтологические ос-

нования эволюции как таковые в методологическом смысле возникают в виде такого инобытия, которое обеспечивает то или иное расширение границ познаваемого.

Эволюция сознания на описанном периоде истории человечества носит характер автокоммуникативной самодетерминации. Человечество как субъект коммуникации оставляет самому себе сообщение, фиксирующее инобытие функций сознания, осуществляет на основании этого сообщения перенос по аналогии и далее прилагает усилия для его технического осуществления. В глобальном смысле эволюция человечества (материально фиксируемая в развитии новых художественных языков, новых научных теорий, новых систем социальной организации) является единственным выражением его свободы.

Исключительно важным в этом вопросе является понимание конкретных семиотических механизмов осуществления инобытия, способов установления инобытия в качестве цели и выявление соотношения целеполагания и средств его реализации. Инобытие как фантазия или вымысел — это фикциональный знак, формулируемый в субстрате разума, технически получаемый путём рефлексии, содержательно определённый границами восприятия и рассудка, навыками осуществления рефлексии. Статус цели инобытие обретает тогда, когда возникает изоморфизм ресурсов проективной деятельности (технических систем рассудка) и семантики фикционального знака, то есть тогда, когда семантическое правило инобытия носит иконический по отношению к рассудку характер, обладая некоторым общим с ним набором черт, позволяющим рассудку рассматривать этот знак как образец, следование которому раздвинет его границы. В прочих случаях инобытие остаётся либо просто вымыслом (индексальным знаком), либо превращается в символ веры (символический знак).

Реализация семантического правила фикционального знака (инобытия), определение его статуса как индекса, иконы или символа, содержательно задает самодетерминацию семиосферы и тем самым — направление эволюции сознания. В реальной коммуникации этот процесс определяется порядком учёта субъектом правил измерений семиозиса и зависит от того, является ли он субъектом или реципиентом фикционального высказывания. Фикциональный знак для говорящего — это ситуация нахождения синтаксического места в речи для наличного объекта субъективного представления, который как таковой возникает вместе с выражающим его синтаксисом: семантическое и синтаксическое правило реализуются одновременно, прагматическое правило здесь по сути совпадает с семантическим. Фикциональный знак для слушающего — это ситуа-

ция, в которой на уровне реализации прагматического правила субъект должен решить, какого рода навык интерпретации ему следует применить. В более общем плане процесс реализации семантического правила фикционального знака формулируется для текста или системы коммуникации безотносительно к субъекту или реципиенту конкретного сообщения. Положение Ю.М.Лотмана о двойной активности текста и слушателя позволяет ввести текст как систему, навязывающую среде определённую систему кодов, так что для семиосферы, где релевантный набор прагматических навыков упорядочен, вопрос о соотношении смысла фикционального знака и правила его употребления — это вопрос стабилизации употребления некоторого образа в его определённой семиотической реализации. Применительно к автокоммуникации этот процесс может быть обозначен термином «идеология».

Идеология в антропологическом измерении — это доступный отдельно взятому человеку набор магистральных сюжетов культуры, интеллектуальное (семиотическое) пространство рефлексии, позволяющее ему отвечать на вопросы «кто я?», «каков этот мир?», «зачем я живу?», то есть решать наиболее общие смысложизненные проблемы общечеловеческого, планетарного масштаба, познавать себя, быть включённым в общество, социум, понимать и ставить коммуникативные задачи, быть рациональным, осуществлять функции (само)контроля и (само)управления в рамках общественного сознания, решать задачи выживания, выстраивая логики практических действий в отношении собственного «я», общества и мира в целом. Идеология в политическом измерении — это практически реализованная система социального взаимодействия, субъектами которой являются человек и инфраструктура этой системы, выраженная в институтах государства и общества.

В антропологическом измерении процедура рефлексии, отличающая человека от животного, всегда осуществляется как выбор между идеологиями, как принятие одной и отрицание другой. Как правило, в эволюции самосознания человек осуществляет переход от эмпиристского способа понимания себя к идеалистскому и реалистскому. Эмпиризм подразумевает, что человек есть наблюдаемое в нём. Идеализм — человек есть способ осуществления наблюдения (в рецептивном и проективном смыслах). Реализм — человек есть синтез наблюдаемого в нём и способа наблюдения.

В техническом плане эмпиристский способ самопонимания подразумевает практику работы с объектами, их познание и создание. Ответ на вопрос о сущности человека требует создания образа человека и, как следствие, антропоморфного (гуманистического) образа мира. Идеалистский способ самопонимания подразумевает

практику работы с правилами, их выявление и реализацию. Человек представлен как правилосообразная машина, актуальная или потенциальная сумма дегуманизированных техник в неантропоморфной среде. Реалистский способ подразумевает соотнесение практик работы с объектами и практик работы с правилами, то есть вовлекает в дискуссию прагматический уровень анализа. Человек здесь появляется в виде субъекта, определённого эволюционно трансформирующим набором прагматических навыков, позволяющих соотносить разнородные правила и объекты, и способного к обоснованию необходимости выбора определённой прагматики для тех или иных условий. В целом эволюция культуры (под культурой понимаются все формы интеллектуальной активности человека) — это движение к реалистскому пониманию и самопониманию человека, синтезирующему эмпирические и идеалистские основания и техники.

В политическом измерении идеология является способом управления индивидом в рамках общества и государства, задающим способ организации последних. Поскольку человек, обладающий способностью к рефлексии, является свободным, постольку управление выстраивается либо через поощрение процедур самопонимания индивида, либо через контроль над ними вплоть до полного подавления. Это оппозиция Просвещения и антипросвещения, формулируемая в виде целей жизни индивида, задаваемых обществом. Различные философские традиции формулируют содержание «просветления» сообразно уровню технического развития своей эпохи. Васахта и Валмики рекомендовали компанию мудрых и медитацию, Сократ — изучение математики, И.Кант требовал рефлексии над основаниями догматики во всех сферах жизни, мужества обходиться своим собственным рассудком, Г.Гюнтер исходит из необходимости знания техники и понимания методологии кибернетики и ареной столкновения просветительской и антипросветительской идеологии. С одной стороны, начало и первая половина века сопровождались колоссальным ростом позитивного знания: пафос Просвещения звучит в публичных выступлениях представителей физических, биологических, математических, инженерных наук от Н.Тесла до А.Тьюринга. С другой стороны, философское (метафизическое) знание, наследуя философии жизни, в течение всего века обнаруживает себя в ситуации неразрешимого кризиса: от Г. фон Гофмансталя, объявившего о потере языком способности выражения, через А.Камю, определяющего познание как абсурд, вплоть до современного постэкзистенциализма или постмодернизма, заявляющегося о невозможности объективного научного знания и путающегося в терминах и симулякрах.



Сегодня идеология антипросвещения — это идеология человеческой цивилизации. Кризисы, которые переживает современное общество — экономический, политический, культурный — это следствие глубокого духовного кризиса, в который человечество загнало себя во второй половине XX века. По меткому выражению Хайнемана, философия жизни — это протест жизни против духа, это отказ человека от самопознания в терминах философии Духа, фактически низводящий его до уровня животного. А поскольку науки о природе — это лишь малая часть наук о Духе, в которой «человек исключает сам себя, чтобы сконструировать из своих впечатлений этот великий предмет природу в виде законосообразного порядка» [8. С. 93], постольку сейчас, в начале XXI века, человечество обнаруживает себя на пороге гибели

Одной из версий идеологии, работы с прагматическими правилами является эволюционный трансгуманизм. Это направление мысли, с одной стороны, утверждающее рационально-технологический вектор развития человека и человеческой цивилизации, с другой стороны, требующее нового уровня целеполагания, которое за счёт технологий привело бы к принципиально новым механизмам целереализации.

Эволюционный трансгуманизм как идеология ориентирован на изменение индивидуального сознания, на формирование неочеловека. Сам термин «трансгуманизм» обозначает набор мировоззренческих установок, связанных с улучшением биологических свойств человека за счёт технологического прогресса. Содержательно трансгуманизм подразумевает анализ границ человеческого в естественнонаучном, нравственном, эстетическом измерениях с целью обнаружения путей их качественного преодоления. В онтологическом плане трансгуманизм определяется стремлением найти продуктивную модель описания и преобразования человека средствами современной науки — и тем самым оказывается в ситуации диалога с традиционными конфессиями и естественнонаучным материализмом; в гносеологическом плане ставится задача качественного расширения спектра познания человека и возникает требование понимания эволюционных механизмов, разработки теории и методологии качественного преобразования человека; в аксиологическом плане ставится задача осмысления качественно новой системы ценностей и экзистенциальных смыслов, обозначения требований высокой этики постсингулярного этапа развития цивилизации; в праксеологическом плане утверждается необходимость создания социального субъекта, способного реализовать трансгуманистическую систему ценностей.

Способность к самодетерминации в стремлении к высоким целям, понятая в качестве смысложизненной задачи индивида и реализованная в магистральных сюжетах общественного сознания, — это основание для трансформации индивидуального мировоззрения, эволюции. Высокие цели эволюционного трансгуманизма определены пафосом стремления к неочеловечеству, т.е. к такому человечеству, где исследуемое философами на протяжении тысячелетий качество мудрости характеризует не избранное меньшинство, но абсолютное большинство. Это цели кибернетического бессмертия, синтеза научного и духовного знания, создания социального субъекта, способного остановить деградацию и самоуничтожение современной цивилизации.

### Литература:

1. Диев В.С. Управление риском: методологические и ценностные аспекты // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Философия. Т. 5. Вып. 2. Новосибирск, 2007.
2. Дубровский Д.И. Природа человека, антропологический кризис и кибернетическое бессмертие // Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция. М., 2013.
3. Ицков Д.И. Путь к неочеловечеству. URL: <http://vz.ru/opinions/2012/11/9/606449.html>.
4. Ицков Д.И. Футуризм, космизм и русская экспансия. URL: <http://vz.ru/opinions/2012/10/9/601701.html>.
5. Нестеров А.Ю. Проблема человека в свете идеологии эволюционного трансгуманизма// Глобальное будущее 2045. Конвергентные технологии (НБИКС) и трансгуманистическая эволюция. М., 2013.
6. «Россия 2045» представила свою программу Научному совету РАН по методологии искусственного интеллекта. URL: <http://2045.ru/articles/30803.html>.
7. «Эволюция 2045» — партия интеллектуального, технологического и духовного прорыва. Манифест. URL: <http://evolution.2045.ru>.
8. Dilthey W. Der Aufbau der geschichtlichen Welt in den Geisteswissenschaften. F.a.M., 1981.

## ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ

**М.В. Никитин, А.Э. Кречмер**  
ЗАО «Естественный интеллект»

Стремительное развитие отрасли информационно-коммуникационных технологий породило достаточно сложную проблему взаимодействия человека с большим числом различных технических устройств и систем. Особенно остро данная проблема проявляется в так называемых эргатических системах — системах управления сложными техническими комплексами, составным элементом которых является человек-оператор или группа операторов (например, система управления самолетом, диспетчерская служба вокзала, аэропорта и т.п.). Аналогичная проблема возникает и при проектировании интеллектуальных систем.

Проблема проектирования интерфейсов в эргатических и интеллектуальных системах тесно связана с понятием человеческого фактора, которая вызвана принципиальной сложностью задачи объединения в единую систему подсистемы с различными свойствами. Свойства человека как нелинейной системы позволяют ему прогнозировать ситуацию и принимать решения в условиях неопределенности и, в то же время, делают его слабопрогнозируемым для внешних технических систем, которые базируются на линейных процессах ввода-вывода и обработки данных. Роль подобных систем в современном обществе растет, возрастает сложность их организации, и соответственно растет цена ошибок, допускаемых людьми при управлении данными системами. Очень часто подобные ошибки возникают именно из-за неэффективных интерфейсов между человеком и техникой — человек просто не в состоянии осознать и обработать все возрастающие потоки данных.

Основной проблемой, с которой сталкиваются разработчики пользовательских интерфейсов в эргатических системах, является отличие между когнитивной моделью восприятия окружающего мира человеком и информационными моделями, применяемыми при разработке программно-аппаратных комплексов. Необходимость повышения качества человеко-машинного взаимодействия и решение связанных с этим проблем требует от исследователей применения новых подходов к проектированию и реализации интерфейсов.

В последнее время достаточно активно развивается технология динамических адаптивных пользовательских интерфейсов. Это связано с тем, что пользователи, недостаточно хорошо ориентирующиеся в вычислительных системах, нуждаются в интерфейсе, который

бы учитывал отсутствие опыта, а также индивидуальные способности каждого человека. Потребность в создании адаптивных человеко-машинных систем обусловлена, во-первых, различиями, которые неизбежно присущи работающим с техническими системами людям, а во-вторых, неоднородностью свойств конкретных технических систем и решаемым с их помощью задачами.

В методологии проектирования адаптивных интерфейсов большое значение придается разработке систем, которые могут динамично изменяться, подстраиваясь под конкретного пользователя, при этом учитывая аппаратные и программные характеристики конкретной технической системы. Предполагается, что пользователю удобнее взаимодействовать с технической системой, как с равноправным партнером, обмениваясь информацией в режиме интерактивного диалога, а не слепо следовать инструкциям и предписаниям.

Создание максимально комфортных условий для взаимодействия человека и техники, использование всех возможностей современных технологий для уменьшения потребности адаптации людей к системе является одним из ключевых фактором, необходимых для преодоления разрыва между растущими возможностями технических устройств и ограниченными возможностями человека по восприимчивости и обработке информации.

Предлагаем решить данную проблему за счет создания специализированного нелинейного адаптивного интерфейса, который бы позволял человеку и техническим устройствам более полно обмениваться данными, взаимодействуя друг другу при решении задач в рамках единой системы.

Для этого, во-первых, необходимо значительно расширить поле взаимодействия человека и технических устройств, а во-вторых, наделять интерфейс функцией приспособления или адаптации к человеку-оператору. Поскольку адаптироваться к окружающей среде умеют только живые организмы, чтобы создать подобное техническое устройство, необходимо, по сути, разработать симулятор живой системы.

Механизмы адаптации базируются на следующих функциях:

1. Рецепторная функция, с помощью которой организм оценивает состояние внешней среды и собственной границы. В данном случае, рецептор — это сложная система, состоящая из сенсоров, преобразующих определенный вид энергии (раздражитель) в унифицированный сигнал, и механизма изменения порога чувствительности к данному виду энергии.
2. Эффекторная функция, позволяющая изменять собственные границы и воздействовать на внешнюю среду. В данном случае,

эффектор — это двигательный элемент (орган) организма, состояние которого изменяется под воздействием управляющего унифицированного сигнала.

3. Коммутационная функция, позволяющая динамически распределять унифицированные сигналы.

Техническое адаптационное устройство, в котором будут реализованы данные функции, станет аналогом или симулятором живой системы, с помощью которого можно будет создать новый тип человеко-машинных интерфейсов и значительно продвинуться в решении проблемы взаимодействия человека и техники в эргатических системах.

Мы предполагаем на первом этапе в качестве интерфейса использовать специализированный контроллер, размещаемый на теле человека (на предплечье или на шее). Для контроллера внешней среды является тело человека, источником сигналов являются кожа и движение мышц. Управляющие сигналы от эффекторов контроллера используются как для позиционирования самого контроллера, так и в качестве команд для внешних устройств, подключенных по каналам обмена данными.

Решение данной задачи потребует большого количества датчиков, которые смогли бы выявлять изменения тех параметров, которые дают возможность отражать положение контроллера. Если провести аналогию с биологическими организмами, сенсорные системы которых решают аналогичные задачи, то количество датчиков может колебаться от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч.

Для реализации адаптационного интерфейса необходимо сформулировать четкое представление о структуре контроллера и системе его организации. Объем необходимых работ достаточно большой, однако уже существующие разработки, возможности современных технологий и очень широкие перспективы использования подобных устройств позволяют предполагать востребованность данных исследований уже в ближайшем будущем.

### **Литература:**

1. *Александров Ю.И.* Введение в системную психофизиологию// Психология XXI века. М.: Пер Се, 2003. — С. 39–85.
2. *Сергеев С.Ф.* Введение в инженерную психологию и эргономику эмерсивных сред: Учебное пособие. — СПб: Изд-во СПбГУ ИТМО, 2011. — 258 с.
3. *Зевеке А.В.* Механизм формирования кодов при осязании.— Нижний Новгород: Нижегородская государственная медицинская академия; ЦНИЛ. — 5 с.

4. Физиология поведения: Нейробиологические закономерности/ под ред. А.С. Битуева. — Л.: Наука, 1987. — 736 с.
5. *Николлс Джон, Мартин Роберт, Валлас Брюс, Фукс Пол.* От нейрона к мозгу/ пер. с англ. П.М. Балабана, А.В. Галкина, Р.А. Гинниатулина, Р.Н. Хазипова, Л.С. Хируга. — М.: Едиториал УРСС, 2003 — 672 с.

## ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ

**С.В. Пирожкова**

*Институт философии РАН*

Начиная с XX в. научно-технический прогресс становится предметом критической рефлексии. Если ранее доминирующим было представление о новом знании и новых изобретениях как о приносящих пользу, ведущих человечество к счастью, а общество к наиболее развитому состоянию, то за столетие акцент сместился в сторону спектра позиций, на одном полюсе которого мы находим осторожное отношение, а на другом — резкое неприятие любого нововведения. В наибольшей степени подобные критические настроения касаются тех научных и технологических областей, которые нацелены на изучение человека или наиболее тесно связаны с влиянием на него. Кластер дисциплин, объединенных общей проблематикой искусственного интеллекта (ИИ), безусловно, относится к этой категории.

Каким образом реализуется критическая рефлексия в отношении исследований, непосредственно затрагивающих человека и его идентичность, в частности исследований и их результатов в области ИИ, с теми целями, которые мы перед собой ставим, и теми идеалами и принципами, которых придерживаемся. Речь идет, таким образом, не только о наблюдении, но и о прогнозировании. Соотнесение полученного результата с поставленными задачами требует рассмотрения перспектив и последствий его применения. Другими словами, необходимо продумать сценарии развития с учётом внедрения некоторой новой технологии или, при наличии не конкретного продукта, а только возможности практического приложения нового знания, расписать, в чем могут состоять такие приложения и какой эффект они могут иметь. Это первый уровень, требующий прогностических исследований. Второй связан собственно с выработкой идеалов и принципов развития, с которыми будут сопоставляться те или

иные инновации. Нельзя придерживаться некой позиции, например, отстаивать недопустимость перестройки человека как биологического вида, не оценив все последствия отстаивания такого тезиса.

Предложенная дихотомия может быть выражена с помощью разделения прогнозов на тактические прогнозы и стратегические прогнозы. При этом фактор времени не играет здесь однозначно определяющей роли. Прогнозы, предоставляющие сведения тактического характера, могут быть и долгосрочными. Отличие скорее касается масштаба охватываемой проблемы. Если в первом случае исследователя интересуют технические, экономические, политические, социальные в широком смысле эффекты конкретной инновации или применения нового знания, то во втором речь идет о продумывании общего направления развития. Если попытаться четко выделить несколько важнейших различий, то они будут следующими.

Прогнозы тактического характера направлены на выявление перспектив некоторого отдельного процесса, объекта или небольшой группы объектов, объединенных в рамках какого-то проекта, и развития сложной системы в зависимости от их реализации. В то время как прогнозы стратегического характера имеют целью выяснить направления развития системы сообразно основополагающим принципам ее существования, а не только тем или иным факторам или группам факторов, которые влияют на её развитие.

В силу особенностей своего предмета прогнозы тактического характера будут оперировать большим количеством конкретных фактов (более того, получение исчерпывающей информации об изучаемом объекте является предпосылкой качественного прогноза такого типа) и обрабатывать их с применением преимущественно формальных процедур, давая в результате не только оценочные суждения, но проверяемые предсказания. Прогнозы стратегического характера носят скорее эвристический характер, поэтому могут не требовать привлечения большого количества данных, строиться посредством трудно формализуемых процедур и давать предположения, варианты развития событий, либо лишённые определенности и детальности, либо обладающие такой детализацией, но не обосновывающие её в качестве адекватно отражающего будущее положение дел. Можно говорить и о реализации двух разных форм познавательной деятельности — калькулирующей и осмысливающей (в духе хайдеггеровского противопоставления).

Прогнозы тактического характера отвечают на вопрос о том, принимать или отвергнуть некоторую инновацию, применять или нет некоторое знание в свете имеющейся траектории развития структуры, в которую их предполагается включить. Прогнозы стратегического характера — на вопросы о том, каким должно быть само это раз-

витие. Поэтому, с одной стороны, речь идёт о различном способе рассмотрения — от частей к целому и целого независимо от отдельных его составляющих, с другой — о поисковом в первом случае и нормативно-целевом, во втором, способах прогнозирования. Поэтому прогноз стратегического характера близок к планированию и ещё более к проективной деятельности, тогда как прогнозы первого типа могут быть определены в качестве чисто познавательных процедур. Ясно, что последние могут носить как краткосрочный, так и долгосрочный характер — все зависит от характеристик изучаемой системы и от требуемого результата. Возьмем простой случай: мы оцениваем последствия возможного внедрения новой разработки на производстве, причем таком, состояние которого является довольно резистентным к внешним экономическим, политическим и прочим факторам. При этом можно построить модель развития с достаточно большим сроком упреждения.

Прогнозы стратегического характера всегда должны быть открыты для уточнений: некоторые нововведения могут потребовать существенных изменений в оценках будущего состояния системы, и если мы нечто такое предвидим в ближайшем будущем, то должны заложить в стратегический прогноз возможность корректировки, иногда по вполне конкретным направлениям. В этом проявляется проективный и плановый характер стратегического прогноза — он касается целей и их пересмотра, поэтому, с одной стороны, прогноз касается отдаленного будущего, с другой — никогда не дает или, по крайней мере, не должен давать догматически утверждаемого представления, это всегда в определенной степени образ в развитии. Если тактический интерес требует ответить на вопрос «каким будет х, если будет иметь место у?» и строить для каждого у свой прогноз, то стратегический — ответить на вопрос «каким должен быть х?». Поэтому здесь мы имеем дело с одним единственным прогнозом, только в меньшей степени точным, потому что в принципе неоконченным, распадающимся на множество отдельных прогнозных исследований и вариаций конечного представления.

Все вышесказанное соотнобразуется с очень простой мыслью: каждый последующий шаг обусловлен в большей степени приводящими обстоятельствами и адаптацией к ним, тогда как выбор направления пути определяется прежде всего тем, куда мы хотим двигаться. Почему эта дихотомия представляется мне важной? Прогностические исследования успешно развиваются: первого типа — реализуясь в большом количестве экспертиз, модельных экспериментах и пр., предоставляя данные, непосредственно используемые при принятии решений по отдельным вопросам, второго — в широком направлении футурологических исследований. Одна часть таких ис-



следований принимает эстафету от существовавших не одно тысячелетие «размышлений о будущем» (эту традицию можно проследить, как минимум, до античных философов), другая — идет по пути технологизации, выработки навыков принятия решений, реализуя идею создания, а не познания будущего, что проявляется наиболее ярко в форсайт-методе. Это направление, по всей видимости, может привести футурологию к тому состоянию, когда она, по выражению А. Турчина и И. Батина, «сближается с оперативным планированием». Происходит инверсия, когда стратегические исследования перестают задавать только направление пути, начиная жестко диктовать каждый шаг, и, следовательно, тактические — перестают давать нейтральные результаты и оценки, включаясь в процесс глобального планирования. Турчин и Батин обосновывают необходимость такого типа футурологии, т.е. футурологии, которая могла бы давать точные предсказания, утверждая, что без этого человечество в эпоху быстрого прогресса обречено. Действительно, если машина движется на высокой скорости, абсурдно устраивать долгие дискуссии на тему, куда и когда свернуть. Решение надо принимать быстро, по принципу минимизации ущерба, а не максимизации положительных результатов. Но в этом недостаток и опасность форсайт-методологии — ее итогом должен стать план действий, но такой план может быть выработан только на стыке прогнозирования тактического и стратегического характера. При оперативном планировании теряется видение отдаленной перспективы, системы в целом, а также системы как того, что вписано в некоторую среду. Вариабельность оперативного планирования никак не отменяет этого вывода.

Указанная тенденция отражает присущее человеку стремление взять окружающий его мир, а значит, его и свое в нем будущее под контроль. Идеология футурологии как планирования отвечает принципу суверенности и активности человека, осознанию того факта, что сам человек должен строить свою жизнь, а не плыть по воле волн. Однако нельзя не предостеречь против радикальной интерпретации указанного принципа, ведущей к потере адаптационной гибкости, являющейся одной из главных предпосылок сохранения и выживания биологических видов.

### **Литература:**

1. Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г. Синергетика и прогнозы будущего. — М.: УРСС, 2001.
2. Рабочие тетради по биоэтике. Выпуск 13: Человек — NBIC машина: исследование метафизических оснований антропотехнических проектов /Под ред. Тищенко П.Д. — М.: Изд-во Моск. гуманит. ун-та, 2012.

3. Турчин А.В., Батин М.А. Футурология XXI века: бессмертие или глобальная катастрофа? — М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.
4. Sustainability or collapse? An integrated history and future of people on earth / Ed. by Robert C. et al. Robert Costanza et al. London: The MIT press, 2011.

## **НАТУРАЛИЗМ И АНТИНАТУРАЛИЗМ В ИЗУЧЕНИИ ПРОБЛЕМЫ СОЗНАНИЯ**

***Н.Н. Плужникова***

*Волгоградский государственный  
социально-педагогический университет*

К настоящему времени в области философского знания можно условно выделить две концепции изучения сознания. Первая концепция получила название натуралистической. Ее разработка связана с именем американского ученого, философа Дж. Сёрла. Согласно Дж. Сёрлю, одному из видных представителей натурализма, сознание принципиально не может обладать свободой действия, поскольку оно естественно детерминировано: сознание это физическая, а также ментальная составляющая нервных систем высокого порядка, таких как мозг человека и большинства животных» [8, с. 4].

Натурализм направлен на изучение сознания в области современного научно-теоретического знания, а именно — на изучение сознания в качестве природного объекта. При этом, рассматривая сознание в качестве изучаемого и верифицируемого феномена, натурализм предполагает, что сознание можно конструировать в любых, в том числе и в социальных системах. Например, можно построить социальную систему на основе искусственного интеллекта.

Другая концепция лежит в области вненаучного знания, но не отменяет философского осмысления феномена сознания. Сознание рассматривается как непознанный, духовный феномен, не верифицируемый объективными данными и источниками информации. Такой подход характерен для религиозного или эзотерического мышления.

Концепции натурализма и антинатурализма отражают положение философского знания в структуре научного знания. Бытует мнение, что современная философия, подвергнувшись современными знаково-символическим процессам, деконструирована и неспособна решить традиционные для нее проблемы. В частности, она не способна решить проблему сознания, поскольку еще в классической

философии были поставлены вопросы, без которых о сознании сегодня говорить бессмысленно. К примеру, это вопрос о том, зачем человеку необходимо сознание; как быть со свободой воли, если сознание человека детерминировано психофизическими процессами?

В итоге, современный теоретический дискурс по проблеме сознания, опираясь на достижения западных естественных наук, сделал крен в сторону натуралистических концепций. Несмотря на то, что философские истоки натурализма были заложены еще в философии Р. Декарта, как междисциплинарное течение он стал развиваться на Западе в первой половине XX века. Активным толчком к развитию натуралистических концепций сознания стали достижения нейробиологии, клеточной физиологии, информационных технологий. Теоретическим ядром натуралистических концепций сознания стала нейробиология — междисциплинарная наука, которая изучает нейронные связи в организме животных и человека.

В качестве своей теоретико-методологической основы натурализм утверждает, что сознание представляет собой природный феномен, следовательно, оно может быть изучено научными методами, подобно тому, как изучаются физические объекты. Следовательно, сознание может быть проверено эмпирическим путем, а именно через изучение нейронных связей в коре головного мозга. Сознание — это такой же физический объект, как и тело.

При этом натурализм отрицает трансцендентные основы человеческого бытия: существование души, энтелехии, свободы воли и т.д. Сознание — это механизм мозга, который управляет исключительно работой мозга. Что же такое сознание в понимании натурализма? Это механизм, который реагирует на реальность в виде совокупности эмоциональных сигналов, чувствований. Некий регистратор, фиксатор чувственных ощущений. Не случайно, для обоснования своего представления о сознании натурализм обращается к когнитивным наукам: «Когнитивные науки моделируют, изменяют современное представление об устройстве мира и мышления человека, которое идет вразрез с традиционным в классической эпистемологии представлением о сознании как простом отражении объективной действительности» [4, с. 215]. В этом пункте натурализм неожиданно сходен с сенсуализмом, который также представляет сознание как поток ощущений [7]. Не следует забывать, что в натурализме исследуются частные свойства сознания, его отдельные проявления, а значит, выводы натурализма будут всегда существовать в философии в форме гипотетического знания, а не эмпирического: «Научные гипотезы стремятся объяснить частные свойства, частные законы и частные отношения действительности в ее наблюдаемом конкретном строе, — иначе говоря, собственную природу отдельных

групп наблюдаемых явлений. Напротив, философия ставит вопрос об общих условиях и общих основаниях всякого бытия вообще, и все частное рассматривает лишь в свете делаемых ею универсальных предположений и в связи с ними» [1, с. 168].

Понимание сознания в качестве экрана, отражающего ощущения, или в качестве их фиксатора указывает на операциональную функцию сознания, на его техническую сторону, а не на его сущность. С другой стороны, если сознание выполняет лишь операции по обработке действительности, а сама действительность, по убеждению постмодернистов, представляет собой гиперсимулякр, то ничто не мешает самому сознанию стать знаком, а не неким субстратом человеческой природы или физическим объектом: «Реальное производится, начиная с миниатюрнейших клеточек, матриц и запоминающих устройств, с моделей управления — и может быть воспроизведено несметное количество раз. Оно не обязано более быть рациональным, поскольку оно больше не соизмеряется с некоей, идеальной или негативной, инстанцией. Оно только операционально. Фактически, это уже больше и не реальное, поскольку его больше не обволакивает никакое воображаемое. Это гиперреальное, синтетический продукт, излучаемый комбинаторными моделями в безвоздушное гиперпространство. В этом переходе в пространство, искривленность которого не совпадает ни с искривленностью реального, ни с искривленностью истины, эра симуляции приоткрывается через ликвидацию всех референций — хуже того: через искусственное воскрешение их в системах знаков, материале еще более гибком, чем смысл» [2, с. 5].

В натурализме сознание и мозг понимаются как тождественные друг другу. Однако как считает американский реаниматолог С. Парниа, «возможно, психика и сознание собой неизвестный науке тип физического взаимодействия, который совсем не обязательно производится непосредственно мозгом. Да, исследования деятельности мозга с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии научили специалистов видеть связь между активацией той или иной области и определёнными мыслительными процессами. Но это никак не отвечает на вопрос о курице и яйце: то ли электрохимическая деятельность клеток порождает мышление, то ли наоборот» [6].

Кроме того, из понятия сознания и для решения проблемы сознания, в частности, ответа на вопрос — «зачем человеку нужно сознание?» — не может быть убрана трансцендентная составляющая, поскольку тогда невозможно в принципе говорить о самосознании или об идентичности личности, которая как раз и складывается во круг самосознания: «...изъятие из теоретического конституирования «Абсолюта» чисто в концептуальной плоскости ведет к стремитель-

ной эрозии самого понятия идентичности. И если «смерть Абсолюта» понимать именно метафизически, а не в смысле плоского атеизма, то понятно, что мы оказываемся перед лицом серьезных, если не сказать, трагических концептуальных проблем: мы становимся свидетелями начавшихся взрывов времени, аншлюза сознания бессознательным, распада мотивационных комплексов, — ломки идентификационных сценариев» [5, с. 66].

На наш взгляд, для отказа от натурализма и схематичного, физикалистского понимания сознания, философия должна отказаться от натурализма, предложив что-либо иное, либо вернуться на пути классической философской традиции понимания сознания, заложенной еще Г.В.Ф. Гегелем. Возвращение это, кстати, может оказаться не откатом к классическим вариациям на тему сознания, а служить прояснением и ответов современному положению дел в философии. Обратимся к понятию сознания у Гегеля. В «Энциклопедии философских наук» он пишет, что «сознание обладает своей метафизикой, тем инстинктивным мышлением, той абсолютной силой в нас, которой мы можем овладеть лишь в том случае, если мы сделаем саму ее предметом нашего познания. Философия как философия располагает вообще другими категориями, чем обычное сознание; все различие между различными уровнями образования сводится к различию употребляемых категорий. Все перевороты как в науках, так и во всемирной истории происходят оттого, что дух в своем стремлении понять и услышать себя, обладать собой менял свои категории и тем постигал себя подлиннее, глубже, интимнее и достигал большего единства с собой.» [3, с. 21].

Таким образом, по Гегелю, сознание есть абсолютная сила, которая наличествует в человеческом бытии, благодаря которой, бытие присутствует. Это не аналитическая способность человека по взаимоотношению с реальностью, и не некий механизм, это некоторая точка сопряжения, встречи личности с бытием. В этом плане игра самосознания — это игра силы, характера, воли личности. Если не будет этой силы или самости, то не будет и чувств, ощущений, опыта встречи с эмпирической реальности, с которой необходимо находиться в состоянии постоянно интеллектуального сопряжения.

Таким образом, можно сделать ряд выводов. Во-первых, проблема сознания в современной науке остается нерешенной, поскольку натурализм не в состоянии объяснить природу сознания и многие его положения являются спорными. Во-вторых, стремление объяснить природу сознания берут на себя различные псевдонаучные концепции, которые не могут дать ни одной качественно новой интерпретации или объяснения феномена сознания. Но основная проблема всех натуралистических и антинатуралистических концепций созна-

ния заключается в том, что сущность такого сложного механизма как сознание сторонники данных концепций стремятся вывести из него самого, тогда как нужно объяснить ее через что-либо другое: через связь с реальностью, через ощущения, через нейроны и т.д.

### Литература:

1. Баранец Н.Г., Ершова О.В., Кудряшова Е.В. Конвенции и коммуникация в научном и философском сообществах. — Ульяновск: Издатель Качалин Александр Васильевич, 2012. — 180 с.
2. Бодрийяр Ж. Симулякры и симуляция / — Перевод О.А. Печенкина. — Тула: Тульский полиграфист, 2013. — 203 с.
3. Гегель Г.В.Ф. Энциклопедия философских наук. Энциклопедия философских наук: В 3-х т. Т. 2. Философия природы. — М.: Мысль, 1975. — 648 с.
4. Плужникова Н.Н. Рецензия на монографию: Баксанский О.Е., Кучер Е.Н. Когнитивные науки: от познания к действию. — М.: КомКнига, 2005. — 184 с. // Социология знания и философия науки: Сборник материалов Пятой научной конференции (Ульяновск, 14–15 мая 2013 г.) / Под ред. Н.Г. Баранец. — Ульяновск: Издатель Качалин Александр Васильевич, 2013. — С. 212–215.
5. Сухачев В.Ю. От идентичности сознания к семиотической связанности // Натуралистические концепции сознания: Раб. материалы конференции. 24–25 мая 2013 г., г. Санкт-Петербург. — СПб.: СПбГУ, 2013. С. 66–67.
6. Целиков Д. Откуда берутся видения при отключенном мозге? [Электронная версия]. URL: <http://compulenta.computerra.ru/chelovek/neirobiologiya/10006491>. Дата обращения: 2.06.2013.
7. Юм Д. О человеческой природе. — СПб.: Азбука, 2001. — 314 с.
8. Searle J. The Construction of Social Reality. — New York: Free Press, 1995. — 124 P.

## ТЕМПОРАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СОЗНАНИЯ

**А.А. Юрасов**

*Институт философии РАН*

*Темпоральная структура сознания* включает в себя две основные взаимосвязанные друг с другом подсистемы: ментальное время и модель объективного времени. *Ментальное время* представляет собой особую форму существования событий в сознании, в отношении которых субъект переживает *течение времени*. Под моделью

*объективного времени* понимается фундаментальная структура сознания, обеспечивающая представление объективного времени.

Сознательный опыт субъекта существует в форме потока событий, которые осуществляются в ментальном времени. Этот поток событий всегда представляется как часть неизмеримо большей совокупности событий, существующих в мире: содержание ментального времени рассматривается субъектом как лишь малая часть событий, разворачивающихся в объективном, мировом времени. Следовательно, правомерно говорить о ментальном времени и модели объективного времени как о различных, хотя и неразрывно связанных друг с другом аспектах темпоральной структуры сознания.

Следует пояснить соотношение ментального времени и модели объективного времени. Когда, например, субъект воспринимает некоторое событие (то есть когда у него возникают образы восприятия), он переживает течение времени в отношении этого события: оно переходит из будущего в прошлое через настоящее. Согласно определению ментального времени, это означает, что данное событие существует в ментальном времени. События, существующие в ментальном времени, будем называть *темпоральными*. Далеко не все события, представленные в сознании, являются темпоральными. Например, когда субъект узнает о событиях, которые он не наблюдал, они, несомненно, представляются в его сознании, поскольку он обладает осознанной информацией о них. В сознании эти события отнесены к некоторым интервалам объективного времени, но поскольку у субъекта никогда не было переживания течения времени в отношении этих событий, темпоральными они не являются.

Таким образом, ментальное время есть временная форма существования событий, происходящих в сознании «в присутствии» субъекта. Нетемпоральные события, имеющие локализацию в рамках модели объективного времени, образуют *контекст* темпоральных событий, равно как и сама она образует контекст ментального времени.

Нужно обратить внимание на то, что термин *модель объективного времени* понимается нами в специальном значении. В принципе, можно рассматривать различные модели такого феномена, как объективное время: научные, мифологические, свойственные обыденному сознанию и т.д. [2, с. 192]. Однако в рамках излагаемой концепции под моделью объективного времени подразумевается только такое его представление, которое является фундаментальной структурой сознания. Это не произвольное описание объективного времени, а единственная (в рамках одного индивидуального сознания) система, обеспечивающее представление для субъекта всей доступной ему информации об объективном времени.

Связь ментального времени и модели объективного времени выражается в том, что они образуют в сознании единую систему представления событий для субъекта. Рассматривая эту связь, уместно провести аналогию со связью сознания и бессознательного. Одни и те же процессы могут то осознаваться, то представляться в бессознательном. При этом считается, что в бессознательном обрабатывается во много раз больше информации, чем в сознании. Так же с ментальным временем и с моделью объективного времени могут быть соотнесены одинаковые события: они то происходят «в присутствии» субъекта, то представляются ему опосредованно. А количество нетемпоральных событий намного больше, чем темпоральных. Правда, эта аналогия неверна в следующем отношении. Если одни и те же процессы не могут быть одновременно и бессознательными и существующими в сознании, то множество темпоральных событий пересекается с множеством событий, относящихся к модели объективного времени. Но, подобно тому, как сознание, или субъективная реальность, является исходной формой всякого человеческого знания [1, с. 15], в том числе и неосознаваемого, ментальное время является исходной формой временного представления событий в сознании, в том числе и нетемпоральных. Эти вопросы имеют важное значение при решении задач моделирования систем искусственного интеллекта.

### **Литература:**

1. *Дубровский Д.И.* Сознание. Мозг. Искусственный интеллект. — М.: ИД Стратегия-Центр, 2007.
2. *Миронов В.В., Иванов А.В.* Онтология и теория познания. — М.: Гардарики, 2005.

## **ИДЕИ НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОНСТРУКТИВИЗМА В ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

**А.А. Янченко**

*Южный федеральный университет*

В конце двадцатого века появляется большое количество концепций, имеющих междисциплинарную природу. Эти концепции ставят перед собой задачу выявить закономерности большого класса явления и процессов. Диалектика, имевшая большое влияние в на-



шей стране до конца 80-х годов прошлого века, на западе практически полностью исчезает еще в 50-е годы. За рубежом получают развитие исследования, посвященные проблемами передачи информации и управления различными системами. Кибернетика является одной из первых дисциплин, имеющих объектом своего исследования системы, а предметом исследования — связи, обеспечивающие функционирование этих систем. Но кибернетические идеи были плохо применимы для объяснения развития биологических систем, поскольку ориентировались в первую очередь на системы, созданные человеком. Однако кибернетика является одним из столпов конструктивизма, философского направления, получившего широкое распространение в последние несколько десятилетий. Е.Н. Князева замечает: «удивительно, но конструктивизм встроено во внутреннее ядро кибернетических теоретических представлений. Кибернетика рождает конструктивизм как свое родное дитя»[3]. Конструктивизм не является монолитным направлением, в него входят концепции из различных сфер знания, объединенные одним основанием — процесс познания есть форма приспособления к миру, не просто путем его созерцания или отражения, а путем активного его конструирования. Конструктивизм имеет специфический взгляд на процесс познания, а, следовательно, и на феномен сознания и работу мозга. Одним из основных поставщиков знания для конструктивизма служит современная нейрофизиология, а нейробиологическое направление является одним из ведущих в конструктивизме.

Для эпистемологии важно установить связь между работой головного мозга и механизмом осуществления высшей психической деятельности. В конструктивистских теориях ответы на вопросы ожидают от эмпирических дисциплин. Одна из основных составляющих конструктивизма — теория аутопоэзиса Ф. Варелы и У. Матураны. Появляясь в лоне биологии, теория аутопоэзиса показывает свою универсальность и получает распространение в самых различных областях знания. Аутопоэтические системы отличаются от других тем, что являются операционально замкнутыми и как продукт производят самих себя, а потому выступают одновременно и производителем и потребителем. У. Матурана подчеркивал, что «живая организация представляет собой круговую организацию, обеспечивающую производство или сохранение компонентов, специфицирующих ее таким образом, что продуктом их функционирования оказывается сама та организация, которая их производит» [4]. Концепция аутопоэзиса имеет эвристический потенциал для изучения работы мозга. В марте 2013 года Совет Европы постановил в ближайшие десять лет выделить 1,2 миллиарда евро на проект «Мозг человека» (Human Brain Project), что показывает приоритетность работ по исследованию человеческого мозга.

Одним из наиболее ярких представителей нейрофизиологического направления в конструктивизме является Герхард Рот. Появление конструктивизма как направления он считает обусловленным природой самого человеческого мозга. Мозг не может ничего отражать, поскольку эпистемологического доступа к реальности он не имеет. Объективная реальность, если и существует, то существует помимо нашего опыта. Все, с чем имеет дело наш мозг, — это электрические импульсы между нейронами. Поскольку конструктивизм не делает разрыва между когнитивными процессами и биологическими, а часто и вовсе отождествляет их, то организация живых систем необходимо подлежит изучению.

Одно из основных свойств мозга — самореферентность, т.е. способность самостоятельно производить контроль за всем, что происходит в нем как в системе. Данное свойство говорит о способности мозга самостоятельно создавать смысловое содержание, в этом и выражается его информационная замкнутость. Российский философ, исследователь конструктивизма С.А. Цоколов приводит следующие слова Г. Рота, показывающие специфику понятия «информация» в конструктивизме: «информация/значение — это все то, что мозг сам и в себе переживает, т.е. от простейших восприятий до «значений» в обыденном смысле — в качестве духовных и ментальных коннотаций» [7]. Поскольку мозг существует в такой аутопоэтической системе как организм, он избавлен от необходимости поддерживать свое существование, он живет при помощи других систем организма. Таким образом, мозг получает возможность осуществлять процессы по конструированию действительности. Конструирование происходит по замкнутому циклу, Е.Н. Князева называет его «креативным циклом». Самореферентность человека характеризует его как наблюдателя. Процесс наблюдения неотделим от наблюдателя, они находятся во взаимопорождении, человек конструирует одновременно и мир и самого себя. При этом процесс конструирования не является хаотичным или произвольным, он осуществляется на основе сенсорного материала, поступающего от органов чувств. Г. Рот проводит различие в понимании мозга как физического объекта и мозга как носителя сознания. Дух (сознание) порождается тем же мозгом, которым порождается действительность, и различие это лежит полностью в пределах действительности.

Успех исследований по нейрофизиологии помогает человечеству приблизиться к разгадке феномена человеческого сознания. Как замечает отечественный философ И.Б. Новик «...познать объект — значит построить его мысленную модель» [5]. Теоретические знания о человеческом мышлении позволяют приблизиться к другой сакральной мечте человечества — созданию искусственного интеллекта.

Вопрос о возможности создания мыслящих машин на теоретический уровень вывел Алан Тьюринг в 50-х годах прошлого века, и сразу же началась активная полемика вокруг данного вопроса. Можно выделить два основных направления в исследованиях по искусственному интеллекту: функционализм и структурализм. Представители первого отстаивают независимость ментальных состояний от материального носителя, а потому утверждают возможность их моделирования не на тех же принципах, на которых работает мозг, представители второго, напротив, обращаются к исследованиям естественного интеллекта и на их основе строят теорию искусственного интеллекта.

В контексте нашего исследования обратимся к концепциям, которые рассматривают процесс создания искусственного интеллекта в прямой связи с исследованиями, посвященными работе человеческого мозга. Нейрокомпьютеринг — одно из направлений в теории искусственного интеллекта, построено на исследованиях человеческого мозга. Нейрокомпьютер — устройство, построенное по тем же принципам, по которым работает мозг. Построение искусственных нейронных сетей позволяет рассмотреть появление целостности, общесистемного принципа. Камнем преткновения при создании искусственного интеллекта является субъективная реальность. Она есть проявления нашего Я, то без чего невозможно сознание. Изучение ментальных состояний необходимо требует обращения к субъективной реальности, она обладает целостностью, способностью к самодостраиванию. Нейрокомпьютеры пытаются воспроизвести работу нейронов мозга путем создания искусственных нейронных сетей, которые реализованы как математические модели или программы. Одна из задач при разработке искусственных нейронных сетей моделирование субъективной реальности.

Исследования здорового и больного мозга человека, проводимые Н.П. Бехтеревой показали многофункциональность отделов мозга. Н.П. Бехтерева замечает следующее: «что касается механизмов надежности мозговых систем, то, по-видимому, первым обуславливающим фактором является уже доказанный сейчас факт обеспечения различных функций мозга не одной структурой, а системой со многими звеньями различной степени необходимости. Наличие системы допускает принципиальную, хотя нередко и трудно-реализуемую возместимость потери ее отдельного звена» [1]. Подобная коммуникативность отдельных областей мозга позволяет сохранять его функциональную целостность. Мозг создает условия для самоорганизации, и при необходимости в процесс самоорганизации включаются звенья со скрытым потенциалом. Сетевая организация, обеспеченная множеством связей между элементами системы позволяет системе сохранять свою функциональность и целостность.

Футуролог Д. Рашкофф в своей работе «Медиавирус» описывает нечто подобное в отношении функционирования интернет сети: попытка заблокировать коммуникацию в одном из узлов просто вынудит сеть воспользоваться одним из многих миллионов альтернативных маршрутов [6]. Подобная коммуникативная организация учитывается при построении систем искусственного интеллекта.

Современный исследователь искусственного интеллекта Бен Герцель утверждает, что интеллект должен быть реализован как распределенная сетевая структура. Опираясь на теорию аутопоэзиса, он рассматривает сеть интернет как конкретный пример реализации искусственного интеллекта, в котором пользователи выступают как безличные единицы. Основываясь на теории метасистемного перехода, Бен Герцель говорит о сети интернет как инкубаторе искусственного интеллекта. По словам Бена Герцеля «интеллект сам по себе требует еще одного метасистемного перехода: координирования множества модулей разума в единый разум, чтобы каждый модуль работал на целое и был полностью постижим только в контексте целого» [2]. Конструктивистские идеи обладают большим эвристическим потенциалом в исследовании человеческого мозга и проектировании систем искусственного интеллекта. Конструктивизм позволяет посмотреть на деятельность мозга как интегрированную целостную систему, имеющую способность проектирования будущего и конструирование мира.

### Литература:

1. *Бехтерева Н.П.* Здоровый и больной мозг человека. — Л., Наука, 1980. — 208 с.
2. *Герцель Б.* Интернет: сверхразум и за его пределами// <http://kharkov.vbelous.net/webmind-r.htm> (дата обращения 15.09.2013)
3. *Князева Е.Н.* Эпистемологический конструктивизм // *Философия науки.* Вып. 12: Феномен сознания — М. ИФ РАН, 2006 — С. 133–154.
4. *Матурана У., Варела Ф.* Древо познания. — М.: Прогресс-Традиция, 2001. — 224 с.
5. *Новик И.Б.* Вопросы мышления в естествознании. М.: Политиздат, 1975. — 144 с.
6. *Рашкофф Д.* *Медиавирус.* Как поп-культура тайно воздействует на ваше сознание / Пер. с англ. Д. Борисова. — М.: Ультра.Культура, 2003. — 368 с.
7. *Цоколов С.А.* Дискурс радикального конструктивизма. Традиции скептицизма в современной философии и теории познания. — Мюнхен: Phren, 2000. — 333 с.

## Секция III.

# ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ В РАЗВИТИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

**Руководители:**

**д.т.н., проф. И.В. Соловьев (МГТУ МИРЭА);**  
**к.т.н., проф. В.А. Мордвинов (МГТУ МИРЭА);**  
**доц. Н.И. Трифонов (МГТУ МИРЭА)**

---

## ПРИМЕНЕНИЕ ТРОИЧНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО СЕТИ

**Р.Д. Альзинов, С.А. Брызгалов**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

В настоящее время компьютерные сети получили широчайшее распространение, и проблема скорости передачи данных начинает играть существенную роль при разработке новых стандартов. В стандартах передачи данных, существующих в настоящее время, данная проблема решается различными способами, например, использование четырех логических уровней при кодировании двумя битами или использовании нескольких проводов при параллельной передаче. Важными преимуществами двоичной техники, обусловившими ее быстрое развитие и широкое распространение, являются: простота физической реализации битов и операций двузначной логики, не критичность допусков на параметры двузначных сигналов и двухстабильных устройств. По мнению авторов настоящего доклада, минусом современных методов передачи данных является использование двоичной системы счисления.

Троичная цифровая техника базируется на трехзначных сигналах и трехстабильных элементах (тритах). Объекты, принимающие более чем три значения, реализуются в ней как совокупности тритов. Операции над этими объектами осуществляются как последовательности операций трехзначной логики. Аналогом байта служат шесть

тритов — трайт. Двухзначные объекты и операции над ними содержатся в троичной технике как вырождения тритов и операций трехзначной логики.

Авторы настоящего доклада предлагают применить троичную систему счисления для передачи данных, что позволит существенно увеличить количество передаваемых данных. Двоичная система счисления использует 2 логических уровня 1 и 0, троичная же система счисления использует три логических уровня, что позволяет при помощи одного трита закодировать полтора бита. Так, например, при помощи двух бит можно закодировать  $2^2 = 4$  символов, в то время как при помощи двух трит, можно закодировать  $3^2 = 9$  символов. На физическом уровне, применение троичной системы счисления означает использование при передаче как положительных, так и отрицательных импульсов, которые не используются современной двоичной техникой. Также возможно использование нескольких положительных логических уровней. Это означает некоторое усложнение приемопередающих устройств, при использовании существующих кабельных сетей.

Троичная система при передаче данных позволит увеличить количество переданных двоичных бит примерно на треть. Так, при передаче со скоростью 100 Мбит/сек, то же самое количество информации можно передать за 0.66 сек.

Также уменьшатся заголовки Ethernet, например, в настоящее время MAC адрес вмещает около 281474976710656 адресов в десятичном представлении или  $2^{48}$ . В троичной системе счисления получится 30 трит против 48 бит. Либо можно оставить именно 48 ячеек под MAC адрес, но тогда получается  $3^{48} = 79766443076872509863361$  возможных адресов в троичной сети, что дает неплохой задел на будущее. Основная проблема заключается в том, что MAC адреса выдаются IEEE консорциумом, поэтому маловероятно удастся увеличить диапазон MAC адресов.

Ниже представлена структурная схема реализации троичной передачи данных при использовании специальных троичных сетевых карт, маршрутизаторов и протоколов, но с использованием существующих кабельных сетей (рис. 1).

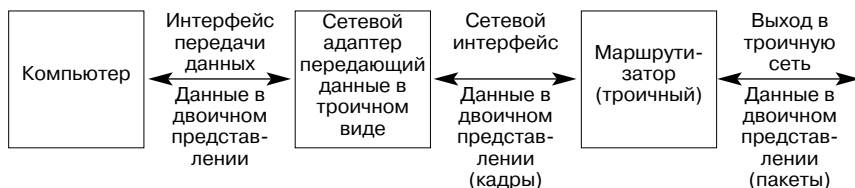


Рис. 1.

Сетевой адаптер осуществляет преобразование двоичных данных в сетевые кадры в троичном виде, которые передаются на маршрутизатор, который оперирует только троичными данными. Для совместимости с существующими сетями, использующими двоичное представление данных, предполагается использовать маршрутизаторы на границе сети в качестве шлюзов, преобразовывающих пакеты из троичного вида в двоичные и наоборот.

Основной реализацией данной сети будет Ethernet. Ethernet является протоколом физического-канального уровня эталонной модели построения сети OSI. В настоящее время в протоколе Ethernet используется манчестерское кодирование, а также избыточное кодирование 4В\5В, 7В\8В, 10В\12В. Манчестерское кодирование заключается в делении каждого переданного бита на два интервала, таким образом  $0=[0,1]$ ,  $1=[1,0]$  (-0.85В, +0.85В). Вследствие чего требуется двойная пропускная способность. При избыточном кодировании к 4 битам добавляется еще один бит.

Актуальная проблема Ethernet — это коллизии, столкновение кадров, вследствие чего сигналы накладываются друг на друга и становится невозможным однозначно определить доставку кадра. Поэтому кадр в двоичном Ethernet был удлинен до 64 байт. В троичной системе счисления заголовки Ethernet кадра будут размером в 99 триа или 11 трайт, что ставит вопрос об его реализации на физическом уровне. Очевидным решением будет увеличение длины кадра, что будет не самым плохим решением, ведь вместе с этим появляется возможность передачи большего объема информации. Еще одной проблемой может стать задержка на шлюзах (маршрутизаторы на границах с двоичной сетью) обусловленная тем, что минимальный кадр двоичного Ethernet вмещает меньше данных, чем минимальный троичный кадр, в следствие этого маршрутизатор будет ожидать некоторое время, пока не накопится достаточно данных для заполнения троичного пакета.

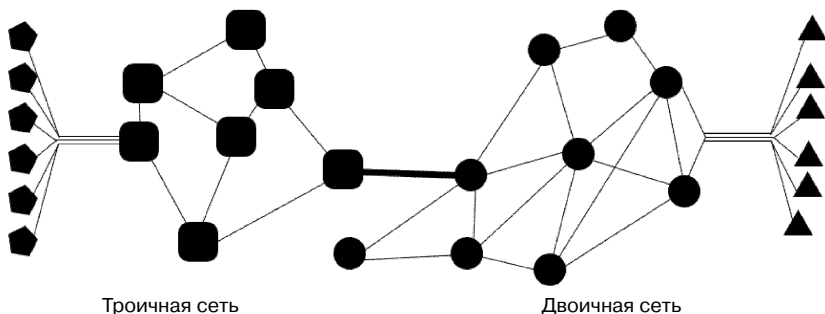


Рис. 2.

На рис. 2 прямоугольниками показаны троичные маршрутизаторы, окружностями — двоичные маршрутизаторы, шестиугольниками — компьютеры, оборудованные троичными сетевыми адаптерами, треугольниками — компьютеры, оснащенные двоичными сетевыми адаптерами. Широкой линией показано место соединения двоичной и троичной сетей. Конвертацию пакетов из двоичного в троичный вид осуществляет троичный роутер, который исполняет функции шлюза.

Для проверки целостности передачи данных предполагается использовать циклический избыточный код для подсчета контрольной суммы. Предположим, нам нужно передать десятичное число 185; представленное в троичном коде оно будет выглядеть так: 020212. Кодированный полином  $x^2$  или 100 выбирается случайно (На данный момент для двоичных сетей уже реализованы свои полиномы, для троичных сетей предполагается произвести свой расчет). При делении 020212 на 100 получаем 0202 и остаток 12. Таким образом, исходное выражение получится с контрольной суммой 020212012. После того, как маршрутизатор получит кадр, он выделит из сообщения остаток при делении 12 и само сообщение 020212, рассчитает при делении на известный полином ( $x^2$ ) остаток, далее он сравнит его с полученным. Таким образом, будет выявлено, произошла ошибка при передаче кадра или нет.

В будущем после реализации на физическом и канальном уровне OSI, необходимо создать в троичной сети третий уровень, а именно сетевой, организовать полную совместимость с таким протоколом как IPv4, IPv6. Если все маршрутизаторы будут работать на троичной логике, то суммарно удастся повысить пропускную способность Internet, используя существующие кабельные сети.

### Литература:

1. *Брусенцов Н.П.* Электромагнитные цифровые устройства с однопроводной передачей трехзначных сигналов // Магнитные элементы автоматики и вычислительной техники. XIV Всесоюзное совещание (Москва, сентябрь 1972 г.). М., «Наука», 1972, с. 242–244.
2. *Таненбаум Э.* Компьютерные сети. — М.: 2007, 992 с.
3. Администрирование сетей TCP/IP. Скотт Манн, Митчел Крелл (второе издание) — М.: 2008, 661 с.
4. *Брусенцов Н.П., Маслов С.П., Розин В.П., Тишулина А.М.* Малая цифровая вычислительная машина Сетунь. — М.: Издательство Московского университета, 1965.



## ВНЕДРЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБУЧЕНИЯ В НЕЙРОСИМУЛЯТОР СПАЙКОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ NEST

**Д.С. Власов**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

**К.А. Кукин, И.А. Молошников, Р.Б. Рыбка**

*НИЦ «Курчатовский институт»*

**А.Г. Сбоев**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

### **Введение**

Благодаря исследованиям биологических нейрональных культур, в настоящее время интенсивно развиваются новые модели информационно богатых спайковых, или импульсных нейронных сетей. В отличие от формальных нейронных сетей (ФНС), где сигнал представлен вещественным числом, в спайковых нейронных сетях (СНС) сигнал представлен спайком — электрическим импульсом, распространяющимся от одного нейрона к другому, а нейрон является динамической системой.

Формальные нейронные сети произошли от нейронных сетей. Существует несколько подходов к описанию информационного обмена в спайковых нейронных сетях:

- Частотный, когда сигнал в реальной биологической сети характеризуется одним вещественным числом. Этот подход реализуется в ФНС сетях.
- Обмен в виде пуассоновских потоков, характеризуемых средней частотой.
- Обмен в виде пространственно-временных паттернов. В этом случае определенным пространственно-временным паттернам (совокупности спайков в сети) на входе ставятся в соответствие определенные паттерны на выходе.

Если обучение в первом из перечисленных случаев достаточно развито и имеет многочисленные области приложения, то для остальных случаев построение моделей обучения представляется достаточно новой областью, с относительно небольшим количеством проделанных работ. При этом рассматриваются как самоорганизационные модели обучения, имеющие биологические корни, так и мо-

дели, построенные на основе теоретических механизмов обмена информацией. Таким образом, построение новых моделей обучения для реалистичных спайковых нейронных сетей является актуальной задачей. Фундаментом для этого могут служить развивающиеся нейросимуляторы, в частности NEST, NEURON, GENESIS [1]. Они ориентированы, в первую очередь, на биологически-обоснованные модели спайковых нейронных сетей.

Поскольку в СНС присутствует и частотная, и пространственно-временная составляющая, это делает их потенциально более мощным средством для решения практических задач: классификации, кластеризации и т.д.

Соответственно, создание для биоподобных спайковых нейронных сетей алгоритмов обучения, пригодных для решения практических задач является актуальной задачей.

### **Внедрение моделей обучения**

В данной работе рассматривается методика введения механизмов обучения в спайковые сети с использованием нейросимулятора NEST. Выбор нейросимулятора NEST обусловлен тем, что он обладает открытым исходным кодом и может запускаться на суперкомпьютерах [2, 3]. Из моделей обучения была выбрана вероятностно-энтропийная, поскольку она показала свою применимость в практическом приложении. В частности, в работе [4] на основе вероятностно-энтропийной модели обучения был построен механизм обучения управления роботом-футболистом.

Уравнение подпороговой динамики leaky-integrate-and-fire выбранной модели нейрона имеет вид:

$$C_m \frac{dV_m}{dt} = \frac{-(V_m - V_{rest})}{R_m} + I_e + I_{syn}$$

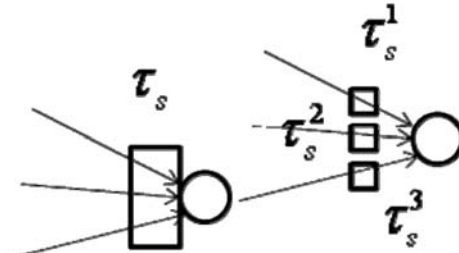
где  $V_m$ ,  $C_m$  и  $R_m$  — трансмембранный потенциал, электрическая емкость и сопротивление мембраны нейрона, соответственно. В отсутствие синаптического ( $I_{syn}$ ) и внешнего ( $I_e$ ) токов, потенциал на мембране за время  $\tau_m = C_m R_m \sim 10$  мс релаксирует к потенциалу покоя  $V_{rest}$ . Когда  $V$  достигает порога  $V_{th}$ , нейрон генерирует спайк, а потенциал в течение интервала  $\tau_{ref}$  (т.н. периода рефрактерности) имеет постоянное значение  $V_{reset}$ .

Синапсы выбраны статическими с синаптической эффективностью  $W$ . Выражение для полного входящего синаптического тока для нейрона имеет вид:

$$I_{syn}(t) = \sum_j W_j \alpha_j(t) = \sum_j W_j \frac{t}{\tau_s^j} e^{1 - \frac{t}{\tau_s^j}}$$

где  $W_j$  — синаптическая эффективность  $j$ -го синапса,  $\tau_s^j$  — временная константа.

По умолчанию в NEST отсутствует данная модель, т.к. временная константа заложена в устройство нейрона. Схематично это изображено на рисунке 1.



**Рис. 1. Отличие модели по умолчанию (слева) от введенной модели (справа).**

За счет ввода такой модели можно устанавливать различные по масштабу временные константы  $\tau_s$  и тем самым обрабатывать пространственно-временную информацию.

Технология внедрения вероятностно-энтропийного обучения апробировалась на задаче с учителем. В этом случае есть учитель, который предъявляет входные паттерны нейронной сети, при этом сравнивая результирующий выходной сигнал с требуемым, а затем настраивает веса сети таким образом, чтобы уменьшить различия. При этом происходит минимизация целевой функции, в случае вероятностно-энтропийного обучения происходит минимизация энтропии выходного сигнала.

Можно рассматривать задачу минимизации частной энтропии при известной паре вход-выход  $(y, x)$ :

$$h(y|x, q_0) = -\ln(P(y|x, q_0)) \rightarrow \min$$

где  $P(y|x, q_0)$  — вероятность генерации выходного сигнала у при условии входного сигнала  $x$  и начального состояния  $q_0$ .

Эту задачу можно решать методом градиентного спуска [4]:

Если в момент времени  $t_k$  не происходит генерации спайка в выходном паттерне  $y$ , то значение градиента увеличивается:

$$t_k \notin y: g_i = g_i + \frac{\partial \lambda(v(t_k))}{\partial v} \sum_{i'_j \in x^j} \alpha_i(t_k - t_{i'_j}^j)$$

Если в момент  $t_k$  времени должна происходить генерация спайка в выходном паттерне  $y$ , то значение градиента уменьшается и изменяется синаптическая эффективность веса:

$$t_k \in y: g_i = g_i - \frac{1 - \Lambda(t_k)}{\Lambda(t_k)} \frac{\partial \lambda(v(t_k))}{\partial v} \sum_{t_j' \in x^i} \alpha_i(t_k - t_j')$$

$$w_i = w_i - \gamma g_i \Delta t$$

$$g_i = 0$$

Где  $\Delta t$  — шаг дискретизации времени,

$$\lambda(v(t)) = \frac{1}{1 + e^{-\left(\frac{v - v_{rh}}{k}\right)}} \text{ — интенсивность процесса,}$$

$\Lambda(t_k)$  — вероятность генерации хотя бы одного спайка в момент времени  $t_k$ ,

$\gamma$  — коэффициент обучения.

### Выводы:

Разработана методика внедрения методов обучения в нейросимулятор NEST. Реализован вероятностно-энтропийный метод обучения для задачи с учителем. Данная методика позволит внедрить и изучить другие модели обучения, в сочетании с представительным набором моделей нейронов и синапсов в NEST.

### Литература:

1. Brette R., Rudolph M., Carnevale T., Hines M., Beeman D., Bower J.M., Diesmann M., Morrison A., Goodman P.H., Harris F.C. Jr., Zirpe M., Natschlag T., Pecevski D., Ermentrout B., Djurfeldt M., Lansner A., Rochel O., Vieuille T., Muller E., Davison A..P, El Boustani S., Destexhe A. (2007) Simulation of networks of spiking neurons: a review of tools and strategies J Comput Neurosci 23(3):349–98.
2. Gewaltig M-O. & Diesmann M. (2007) NEST (Neural Simulation Tool) Scholarpedia 2(4):1430.
3. Helias M., Kunkel S., Masumoto G., Igarashi J., Eppler J.M., Ishii S., Fukai T., Morrison A. and Diesmann M. (2012) Supercomputers ready for use as discovery machines for neuroscience Front. Neuroinform. 6:26.
4. Синявский О.Ю. Обучение спайковых нейронных сетей на основе минимизации их энтропийных характеристик в задачах анализа, запоминания и адаптивной обработки пространственно-временной информации: диссертация ... канд. тех. н. : 05.13.17 / Синявский О.Ю.; [Место защиты: Моск. энергет. ин-т].— Москва, 2011.— 149 с.: ил. РГБ Од, 61 11-5/1776.

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ

**К.А. Воронин, В.А. Плотников**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

Существует большое количество поисковых систем, разработки которых постоянно ведут работу над тем, как сделать выдачу поисковых систем максимально полезной для пользователя.

Все крупные поисковые системы работают по принципу сбора информации так называемыми crawler'ами (они же сетевые/поисковые пауки) и ее индексации в определенной базе данных. Индексация представляет собой сортировку найденной информации по контенту и другим факторам, сохранение её вместе со ссылкой на страницу и указателем на ключевое слово в базу данных, которая называется индексом.

Первое, с чем сталкивается поисковая система — обработка самого запроса пользователя. Уже на данном этапе необходимо применение методов искусственного интеллекта для лингвистического анализа запроса, чтобы лучше понимать, что имел в виду пользователь, а не просто разбирать его на ключевые слова. Эта практика уже используется, поисковые системы могут производить поиск по синонимам ключевых слов и некоторые другие действия увеличивающие количество результатов в выдаче. Для этого необходимо, как минимум, определить язык запроса, произвести морфологический разбор каждого слова и выбрать необходимые. Данный подход позволяет решить проблему, заключающуюся в том, что слова имеют несколько значений или такую же форму, и оставить лишь нужные. Другая функция — исправление ошибок в запросе пользователя. Проблема возникает из-за того, что слова в индексе записаны без опечаток и ошибок, поэтому поиск по ключевым словам с ошибкой будет невозможен. Такой подход используется во многих поисковых системах. Область применения результатов лингвистического анализа огромна, ведь это формулировка того, что непосредственно хочет пользователь. Можно подбирать различные вариации слов, отталкиваясь от смежным тем и многое другое.

Для большего понимания запроса, возможно использовать для обработки множество других данных о пользователе — от географического положения до версии используемого браузера. Например, можно использовать язык интерфейса для определения языка пользователя и последующего анализ запроса. Все эти данные, которых

на самом деле крайне много, можно использовать для анализа личности, во всяком случае, самого минимального.

Применение ИИ найдется не только для анализа текстового запроса, но и для реализации иных способов ввода, например речью или другими входными данными (изображением, ссылкой на страницу и т. д.). Соответственно возникает необходимость в технологиях распознавание речи, анализа изображений и контента.

Эти же технологии можно использовать для самого процесса поиска. Уже реализован поиск по изображениям, видео, различным источникам. Одно из возможных направлений для поиска в сети интернет — поиск с использованием OCR. Такая возможность реализована в некотором ПО (цифровой блокнот Evernote) и не составит труда применить ее для поиска в глобальной сети, достаточно составлять индекс файлов аналогично HTML, а для его основы использовать данные OCR. Но трудность состоит в реализации распознавания «на лету», т. к. это потребует большой вычислительной мощности, а критерий «свежести» результатов крайне важен.

Поиск же по ключевым словам из индекса не составляет труда, основная проблема — ранжирование этих результатов, т. е. сортировка выдачи по релевантности. На данный момент поисковые системы используют для этого статистические алгоритмы, но, как показывает практика, классических методов поиска (качество контента, ссылки на него и т. п.) недостаточно для выдачи релевантной информации.

Невозможно изначально знать запрос пользователя, чтобы предусмотреть определенный код для его обработки, поэтому возникает необходимость в системе машинного обучения, чтобы поисковая система могла сама отвечать на запросы пользователя.

Другая проблема ранжирования — неоднозначность запросов в зависимости от пользователя. Уже сейчас можно наблюдать, как поисковые системы изменяют выдачу результатов поиска согласно различным поведенческим факторам. Классическим примером неоднозначности является поисковой запрос «Наполеон», т. к. в данном случае системе необходимо выдать результаты, связанные с великим французским императором, рецептом десерта или иные объекты. И так обстоит дело с большинством запросов, поэтому ИИ для поисковой системы должен не только принимать решения для ранжирования, но и обучаться в ходе работы с пользователем, анализировать его. Как один из источников исходных данных уже предлагалось использовать те, которые можно получить из браузера пользователя. Другим источником могут служить сами запросы и посещаемые пользователем страницы, для этого необходимо записывать его активность, причем не только постоянно, но и в текущей сессии.

Другой анализ для решения этой проблемы можно производить по статистическим данным, это уже давно используемая технология и примером ее служат поисковые подсказки.




Необходимо отметить, что тенденция предоставления поисковым системам такого количества личной информации, не может не беспокоить. Данная информация может быть использована в различных целях, при этом даже без ведома пользователя, продана третьей стороне или оглашена спецслужбам по запросу. В этой связи, поисковая система DuckDuckGo уделяет особое внимание конфиденциальности пользовательских данных. DuckDuckGo отказывается от записи и хранения какой-либо информации о пользователе и слежки за ним.

Одно из негативных последствий подобного ранжирования (вокруг предпочтений пользователя) — создание «пузыря». Пузырь — эффект, при котором в выдачу попадают лишь те ссылки, с мнением которых согласен пользователь. В качестве примера можно привести запрос «Египет», при условии, что пользователь интересовался туризмом или политической ситуацией вокруг данной страны, в зависимости от этого он получит совершенно разные ссылки. Разрушить этот «пузырь» не так просто, в силу того, что нужные ссылки находятся за пределами выдачи и на переобучение требуется некото-

рое время, а результат необходим сейчас, это сложная задача для системы машинного обучения.

Помимо выдачи самих результатов поиска, удобной является возможность просмотра всей возможной информации по запрашиваемому объекту, и одного индекса для реализации этого недостаточно, снова необходима система ранжирования. Одно из перспективных направлений в этой области — семантический поиск. Такая возможность имеется только в поисковой системе Google, во всяком случае, на данный момент, она показывает блоки информации справа от выдачи. Компания Google разрабатывает поисковый индекс Knowledge Graph для создания собственного семантического поиска, который на данный момент уже имеет размер 100 млн. гб. Самый простейший вариант работы такого индекса — части запроса/ключевые слова и данные для выдачи, т. е. все возможные объекты являются узлами сети, а связям между ними присваиваются различные коэффициенты.

#### Виды проблем семантического поиска

Из разряда невозможного	<p><b>Оптимизация:</b> необходим мощный компьютер с большим количеством параллельно работающих процессоров</p> <p><b>Пример:</b> "Куда бы мне съездить отдохнуть?"</p>	 <b>СЛОЖНОСТЬ</b>
	<p><b>Умозаключение:</b> Требуется Обработка Естественного Языка, механизм логического вывода, база данных.</p> <p><b>Пример:</b> "Какой сенатор США брал взятки от иностранной компании?&gt;"</p>	
Google	<p><b>Естественные запрос:</b> требуется анализ запросов</p> <p><b>Пример:</b> "Когда родился Леонардо Да Винчи?"</p>	
	<p><b>Простая фраза:</b> проблема решается при помощи Статистического Алгоритма Google.</p> <p><b>Пример:</b> "блог сайта хабрахабр&gt;"</p>	

Статистического поиска достаточно для выдачи релевантных ссылок по запросам из простых фраз и для естественных запросов, ответ на которые достаточно просто найти в сети Интернет. Для обработки более сложных запросов, которые сводятся к умозаключениям, требуется индекс, подобный Knowledge Graph, а также упомянутые способы обработки естественного языка и другие технологии анализа.



Для ответа на вопросы из разряда невозможного, как отображено на диаграмме, поисковой системе необходимо огромное количество информации и методы, описанные выше. На данный момент подобные технологии есть только у крупных компаний, таких как Google, Bing, Yandex, но и они еще недостаточны. Компания Yahoo, например, оказалась бессильна в конкуренции на таком уровне и теперь использует поисковые технологии Bing, в то время как Google пригласила Р. Курцвейла (крупный специалист в сфере ИИ, который достаточно точно предсказал появление современных поисковых систем), обещающего появление полноценного ИИ к 2029 году.

В этом докладе авторы описали текущий этап развития информационно-поисковых систем. Безусловно, информационно-поисковые системы развиваются очень быстро, достаточно просто вспомнить выдачу на запросы пользователей хотя бы лет пять назад и сравнить их с теми результатами, которые можно получить сейчас. Увеличилась как скорость обработки запросов, так и скорость выдачи результатов, а также и релевантность выдачи.

Стоит отметить, что информационно-поисковые системы, с точки зрения многих специалистов, находятся на правильном пути развития. Однако существует и ряд достаточно сложных проблем, которые предстоит решить уже в обозримом будущем, в частности проблему использования ИИ, которая была освещена в докладе как основная, а также ряд других смежных проблем.

Их решение авторы доклада видят в улучшении поисковых алгоритмов, наращивании мощностей и разработке новых технологий поиска, в частности технологии семантического поиска, которая при должном развитии способна выдавать релевантные результаты даже на самые сложные запросы пользователя.

### **Литература:**

1. Маннинг К., Рагхаван П., Шютце Х. Введение в информационный поиск. — Вильямс, 2011. — 528 с.
2. Портал «Поисковые технологии» компании Яндекс: [Электронный ресурс] URL: <https://company.yandex.ru/technologies/search/>. (Дата обращения: 25.05.2013).
3. Alex Iskold Semantic Search: The Myth and Reality: // ReadWrite. URL: [http://readwrite.com/2008/05/29/semantic\\_search\\_the\\_myth\\_and\\_reality](http://readwrite.com/2008/05/29/semantic_search_the_myth_and_reality) (Дата обращения: 25.09.2013).

## АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ В GRID-СИСТЕМАХ

**С.Е. Дробнов**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

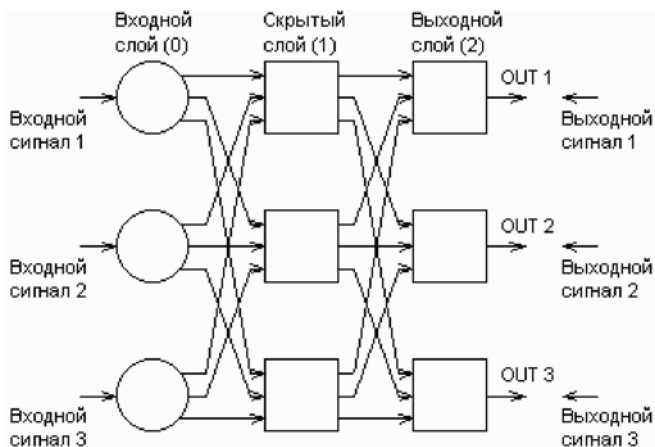
*Аннотация.* Рассматривается вопрос обучения нейронных сетей при применении генетических алгоритмов, распараллеливаемых в GRID-системе. Даются временные оценки обучения при использовании нескольких вычислительных узлов и рассматривается вопрос влияния специфичных для GRID-систем временных задержек. Анализируются возможные проблемы, возникающие при использовании генетических алгоритмов.

С развитием области нейронных сетей происходит постоянное усложнение архитектуры этих сетей, соответственно, требуются все большие вычислительные мощности для проведения экспериментов. Наглядным примером может быть проект по оцифровке мозга вплоть до молекулярного уровня Blue Brain Project. Для реализации проекта используется мощнейший суперкомпьютер Blue Gene Supercomputer от IBM. По состоянию на август 2012 года, имеется возможность симулировать порядка 100 кортикальных колонн, состоящих из 1 миллиона нейронов и миллиарда синапсов.

Существует множество способов задействовать преимущества распараллеливаемых вычислений при обучении нейронных сетей, в том числе генетические алгоритмы (ГА) — один из наиболее распространенных способов обучения. Также нужно отметить, что ГА прекрасно подходят для распараллеливания на множество вычислительных узлов. Использование в этих целях географически распределенных информационных систем (GRID-систем) дает возможность эффективно использовать большой вычислительный потенциал в целях обучения нейронных систем.



**Рис. 1А.**  
**Искусственный нейрон.**



**Рис. 1Б.** Пример устройства перцептрона

На вход подается вектор  $\bar{x} = (x_1..x_n)$ , на выходе должен получаться результат, максимально приближенный  $\bar{y} = (y_1..y_m)$ . Обозначим количество примеров для обучения, как  $k$ . Тогда необходимо найти оптимальное решение задачи:

$$\begin{cases} NN(\bar{x}_1) \rightarrow \bar{y}_1 \\ \dots \\ NN(\bar{x}_k) \rightarrow \bar{y}_k \end{cases}, \quad (1)$$

где «NN» — результат вычислений нейронной сети. В системе (1) требуется найти значения всех промежуточных весов связей нейронов. Воспользуемся Генетическими Алгоритмами (ГА), способными получать глобальное оптимальное решение, требуемое для системы (1). Для точности и скорости работы ГА важно количество генерируемых особей и количество обрабатываемых поколений, что требует достаточно большого количества компьютерного времени.

Сервер или самый мощный из вычислительных узлов способны взять на себя задачи формирования системы (1), генерации особей и мутации особей. Вычислительные узлы, в свою очередь, занимаются проверкой особей на нейронной сети с указанными значениями и поиском подходящих особей для следующего поколения.

Воспользуемся законом Амдала [1] для расчета прироста ускорения вычислений:

$$S = \frac{1}{a + \frac{1-a}{p}}, \quad (2)$$

где  $a$  — доля последовательной части в задаче, а  $p$  — количество одновременно работающих вычислителей.

Введем новые значения и подставим их в (2):

$l$  — число генерируемых за один цикл особей (особь — вектор значений, которые могут быть возможным решением);

$w$  — число циклов для поиска решения;

$t_A$  — время на получение веса (расстояния до ответа) одной особи на одном вычислительном узле;

$t_S$  — время на все операции с одной особью на стороне сервера;

$t_q$  — время на 1 цикл =  $r^*t_S + r^*t_A$  (тут не указано распараллеливание);

$T$  — максимальное время решения =  $q^*t_q = qr(t_S + t_A)$ ;

$a$  — доля последовательной части в задаче =  $t_S / (t_S + t_A)$ ;

$$S = \frac{t_s + t_A}{pt_s + t_A}$$

При использовании в задаче GRID-системы необходимо отметить, что закон Амдала не учитывает специфические задержки, возникающие в среде передачи данных и при обработке данных клиентами и сервером.

Частота обращений вычислительных узлов к серверу составит:

$$z(p, s, t) = \frac{p \cdot s}{t}, \quad (3)$$

Длина очереди к серверу выражается следующей формулой [2]:

$$m(a, n) = \frac{\left( \frac{a^{n+1}}{n \cdot n! \left(1 - \frac{a}{n}\right)^2} \right)}{\sum_{k=0}^n \frac{a^k}{k!} + \frac{a^{n+1}}{n! \cdot \max((n-a), 0)}}, \quad (4)$$

Вероятность возникновения очереди составляет [2]:

$$p(a, n) = \min \left( 1 - \frac{\sum_{h=0}^n \frac{\left(\frac{a^h}{h!}\right)}{a^{n+1}}}{\sum_{k=0}^n \frac{a^k}{k!} + \frac{1}{n! \cdot \max((n-a), 0)}}, 1 \right). \quad (5)$$

Формула ограничения роста производительности вычислительной GRID-системы при существенном росте количества вычислителей:

$$S(a, c, k, t, e, r, n) = \frac{1}{\left( a + (1-a) \cdot \left( \frac{1}{c} + \frac{k}{t} + \frac{r}{e \cdot t} \cdot (1 + p(z, n) \cdot m(z, n)) \right) \right)}, \quad (6)$$

где  $a$  — доля последовательных вычислений (все вычисления составляют 1 или 100%),  $c$  — количество вычислительных узлов,  $k$  — задержка перед началом передачи данных (секунд),  $t$  — время расчета одного пакета на одном вычислительном узле (секунд),  $r$  — объем пакета (бит),  $e$  — скорость передачи со стороны сервера (бит в секунду),  $n$  — количество каналов обработки вычислительных узлов,  $m(z, n)$  — длина очереди к серверу (3),  $p(z, n)$  — вероятность возникновения очереди к серверу (5),  $z = z\left(c, \frac{r}{e}, t\right)$  — частота обращений вычислительных узлов к серверу (3).

При использовании генетических алгоритмов необходимо учитывать количество неизвестных переменных в задаче. Каждая новая переменная увеличивает сложность вычислений и время, затрачиваемое на расчеты. Это можно охарактеризовать как рост количественной сложности задачи при поиске решения через генетические алгоритмы. Каждый новый нейрон, добавляемый в сеть, вносит столько неизвестных в систему, сколько он образует связей с другими нейронами. Одна из простейших задач на обучение нейронной сети булевой операции XOR уже содержит минимум 6 переменных весов. При более сложных задачах количество переменных стремительно увеличивается на порядки. Если используется топология типа персептрона, количество новых весов будет зависеть от количества слов и нейронов с каждым слоем. Возможны попытки использования иных, не полностью связанных топологий при решении задач, но тогда становится невозможным использовать некоторые другие методы обу-

чения нейронных сетей и может увеличиться количество слоев, хотя количество нейронов в слоях станет меньше по сравнению с персептроном. Возможно и использование функций активации нейрона, уменьшающих количество возможных значений весов. Например, ступенчатая функция активации. Но при использовании таких функций будет требоваться больше нейронов в самой сети.

Для оптимизации процесса расчетов и ускорения вычислений можно порекомендовать передавать данные для обработки как можно большими объемами за раз (при учете алгоритма поведения менеджера задач).

Таким образом, имеется возможность увеличить скорость генетического алгоритма для обучения нейронной сети на порядок. Также, из наличия точки максимума ускорения вычислений следует, что количество вычислительных узлов целесообразно ограничить для предотвращения падения скорости вычислений. Из формулы (6) следует возможность расчета оптимального количества генерируемых особей и обработанных поколений для максимального быстрого обучения нейронных сетей.

*Заключение.* В статье проанализировано ускорение обучения нейронных сетей, достигаемого при применении генетических алгоритмов и GRID-систем. Показано влияние количества вычислительных узлов и характеристик GRID-сервера на ускорение обучения нейронной сети. Указан алгоритм расчета оптимального количества вычислителей. Рассмотрены некоторые из проблем, возникающих при использовании генетических алгоритмов в больших нейронных сетях.

### **Литература:**

1. *Amdahl, Gene.* Validity of the Single Processor Approach to Achieving Large-Scale Computing Capabilities // AFIPS Conference Proceedings: 483–485. — 1967.
2. *Вентцель Е.С.* Теория вероятностей // Москва: Высшая школа, 1998 — 576 с.
3. *Хайкин С.* Нейронные сети: полный курс, 2-е издание // Москва: Вильямс, 2008 — 1104 с.
4. *Дробнов С.Е., Кошкин Д.Е.* Анализ ускорения обучения нейронных сетей при применении GRID-систем. // Материалы IV Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Искусственный интеллект: философия, методология инновации.» г. Москва, МИРЭА, 10–12 ноября 2010 г. — Часть I, М.: «Радио и Связь», 168 с., 85–88 с.
5. *Дробнов С.Е., Кошкин Д.Е.* Кластеризация текстов с помощью нейронных сетей и временная оценка работы алгоритма. // Материалы V

- Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Искусственный интеллект: философия, методология инновации.» г. Москва, МИРЭА, 9–11 ноября 2011 г. — М.: «Радио и Связь», 274 с., 199–202 с.
- б. *Дробнов С.Е.* Временная оценка обучения нейронных сетей в grid-системах. // Материалы VI Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Искусственный интеллект: философия, методология инновации.» г. Москва, МИРЭА, 29–30 ноября 2012 г. — М.: «Радио и Связь», 184 с., 57–63 с.

## **ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РУКОВОДСТВА — СРЕДСТВО ИНТЕГРАЦИИ ПРОЦЕССОВ И УЧАСТНИКОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ**

***Е.А. Калачева***

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

Рассмотрены Интерактивные электронные технические руководства (ИЭТР) как часть CALS-технологий, этапы их разработки, основные модули ИЭТР. Отмечается, что использование ИЭТР позволяет повысить качество и конкурентоспособность производимой продукции.

### **Введение**

Потоки информации, циркулирующие в окружающем нас мире, огромны. Ежедневно в мире появляется и разрабатывается большое число документов и их копий. На любом предприятии возникает проблема такой организации управления данными, которая обеспечила бы наиболее эффективную работу.

Стратегией информационной поддержки жизненного цикла (ЖЦ) изделий (CALS/ИПИ-технологий) является создание единого информационного пространства (ЕИП) для всех участников ЖЦ: заказчиков, поставщиков, производителей продукции, эксплуатационников, ремонтников, включая и потребителя [1–2].

Очевидно, что выход на рынок с изделием, сопровождаемым большим объемом бумажной документации, значительно снижает его конкурентоспособность. В этом случае потребитель вынужден поддерживать большой архив бумажной документации, и как результат — затруднены процедуры сервиса, заказа запасных частей.

Решение проблемы заключается в переводе эксплуатационной документации на изделие, поставляемой потребителю, в электронный вид.

### **Интерактивные электронные технические руководства. Применение**

Для управления всеми данными об изделии и информационных процессами ЖЦ изделия предназначена довольно громоздкая технология PDM (Product Data Management). В настоящее время целесообразно использование интерактивного электронного технического руководства (ИЭТР), которое включает всю информацию об изделии, содержащуюся в эксплуатационных документах.

Интерактивное электронное техническое руководство (ИЭТР) — структурированный комплекс взаимосвязанных технических данных, предназначенный для предоставления в интерактивном режиме справочной и описательной информации об эксплуатационных и ремонтных процедурах. Например, ИЭТР по эксплуатации изделия — техническое руководство, предоставляемое заказчику в электронной форме на носителе (CD).

Интерактивные электронные технические руководства применяются в следующих областях:

- обучение персонала правилам эксплуатации и ремонта изделия;
- обеспечение справочным материалом об устройстве и принципах работы изделия (в виде электронных документов);
- обеспечение персонала справочным материалом при эксплуатации;
- обеспечение персонала справочным материалом при ремонте изделия;
- обеспечение информацией о проведении операций с изделием (необходимый инструмент и материалы, количество и квалификация персонала);
- автоматический сбор и обработка данных, полученных с приборов;
- автоматизированный заказ материалов и запасных частей;
- планирование и учет проведения регламентных работ;
- обмен данными между потребителем и поставщиком.

Стоит отметить следующие преимущества ИЭТР перед бумажными техническими руководствами:

- сокращение сроков освоения новых изделий потребителем;
- возможность быстрого получения информации по всем вопросам, возникающим при эксплуатации;



- эффективный способ предоставления информации о проведении технического обслуживания и ремонта;
- возможность включения в ИЭТР специальных учебных программ, имитирующих функционирование изделия. Это даёт возможность проигрывать критические ситуации, которые при возникновении в реальной работе могут привести к аварийной ситуации.

Существует достаточно большое количество стандартов, регламентирующих создание и использование ИЭТР: зарубежные военные стандарты MIL, международный стандарт S1000D (бывший AEC-MA), рекомендации Росстандарта РФ серии Р50.1.

В соответствии с рекомендациями стандарта Р 50.1.030-2001 «Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Интерактивные электронные технические руководства» ИЭТР имеют 4 класса сложности (табл. 1).

Таблица 1.

**Классы сложности ИЭТР**

<b>№ класса</b>	<b>Наименование</b>	<b>Описание</b>
<b>Класс 1</b>	Индексированные цифровые изображения страниц (Бумажно-ориентированные электронные документы)	Отсканированные страницы бумажных руководств. Электронный документ-копия бумажного руководства
<b>Класс 2</b>	Линейно-структурированные электронные документы	Текстовые электронные документы. Оглавление ИЭТР содержит ссылки на соответствующие разделы технического руководства. Может содержать перекрестные ссылки, таблицы, иллюстрации, ссылки на аудио- и видеоданные
<b>Класс 3</b>	Иерархически-структурированные электронные документы	Данные хранятся как объекты внутри хранилища информации, имеющего иерархическую структуру. Дублирование многократно используемых данных предотвращается системой ссылок на однократно описанные данные

<b>Класс 4</b>	Интегрированные ИЭТР	Обеспечивает возможность прямого интерфейсного взаимодействия с электронными модулями диагностики изделий. Позволяет проводить операции по поиску неисправностей в изделии, локализации сбоев, подбору запасных частей
----------------	----------------------	--

Основным недостатком ИЭТР классов 1 и 2 является дублирование многократно используемой информации [3].

Вариант использования конкретного класса ИЭТР зависит от сложности изделия, от финансовых и технических возможностей пользователя.

### **Этапы разработки ИЭТР**

Процесс разработки ИЭТР включает в себя 6 этапов:

Этап 1. Анализ исходной информации.

Этап 2. Разработка структуры ИЭТР.

Этап 3. Разработка сценария использования ИЭТР.

Этап 4. Первичная обработка исходной информации.

Этап 5. Обработка иллюстраций, текстовой части.

Этап 6. Сборка ИЭТР.

Рассмотрим особенности этих этапов.

1. Этап анализа исходной информации.

На данном этапе производится анализ информации на соответствие требованиям, предъявляемым к ИЭТР, и формируются рекомендации по дальнейшей обработке информации с учётом технических возможностей.

2. Этап анализа разработки структуры ИЭТР.

Состав объектов ИЭТР готовится в виде каталога модулей данных и каталога иллюстраций. Поддерживаются шаблоны проектов, которые содержат прототип структуры ИЭТР.

3. Этап анализа разработки сценария использования ИЭТР.

На данном этапе описываются связи между объектами ИЭТР (модули данных и иллюстрации) и поведение ИЭТР при взаимодействии с конечным пользователем.

4. Этап анализа первичной обработки исходной информации.

Для этого этапа производят сканирование, распознавание текста для бумажных документов. Для электронных документов произ-

водят правку содержания, разметку текста с использованием Microsoft Word по прилагаемому шаблону, а также сохраняют информацию в нужных форматах для работы в прикладных программах.

5. Этап анализа разработки иллюстраций, текстовой части.

На данном этапе необходимо обеспечить возможности перехода по ссылкам к конкретному разделу документа, подготовить зоны для растровых изображений, объектов, схем и 3D моделей.

6. Этап анализа сборки ИЭТР предусматривает разметку гиперссылок на модули данных и иллюстративные материалы (из содержания ИЭТР, из текстовой части и т.д.). Здесь необходимо проследить работу гиперссылок при активации, связать модули данных и иллюстративных материалов.

### **Модули ИЭТР**

ИЭТР может состоять из следующих функциональных модулей:

1. Устройство изделия (информация об устройстве изделия, его электронное техническое описание: гипертекст, снабженный фотографиями, чертежами, 3D-моделями, интерактивными схемами и анимацией)
2. Инструкция по эксплуатации (насыщенная мультимедиа-материалом электронная версия инструкции по эксплуатации изделия)
3. Техническое обслуживание (наглядный показ последовательности действий во время сборки/разборки/ремонта изделия, использование 3D-анимации, видеороликов)
4. Поиск неисправностей (информационная поддержка персонала по вопросам обнаружения типовых неисправностей и способам их устранения, признаки возникновения неисправностей, рекомендации по устранению неисправностей)
5. Мониторинг технического состояния (периодический мониторинг технического состояния функциональных комплексов: с использованием комплекта переносных диагностических приборов; на основе анализа информации, регистрируемой бортовыми средствами контроля и управления)
6. Обучение (обучение персонала устройству изделия)
7. Тренаж (компьютерный тренаж обслуживающего персонала в нормальных и аварийных ситуациях)
8. Система информационной поддержки (информационная поддержка повседневной эксплуатации технических средств)

## **Заключение**

Инструкция по эксплуатации изделия в ИЭТР превращается в интерактивный документ, подкрепленный фото- и видеоматериалом, а операции технического обслуживания представляются в виде трёхмерных анимационных роликов с высокой степенью детализации объектов. Единая база данных информационных объектов включает в себя гипертекст, рисунки и чертежи, векторные изображения, интерактивные схемы, трёхмерные модели, обучающие видеоролики.

Повышение качества освоения изделий потребителем непосредственно влияет на качество и безопасность их эксплуатации, что влечёт за собой ощутимый экономический эффект.

Опыт практического применения CALS/ИПИ-технологий свидетельствует, что отечественные предприятия могут использовать интерактивные электронные технические руководства как средство решения проблемы повышения качества и конкурентоспособности производимой продукции. Вместе с тем, результаты работ по переводу отечественных предприятий на безбумажные электронные технологии разработки продукции показывают, что указанная проблема должна решаться на основе организации и координации работ по исследованиям, разработке и реализации CALS/ИПИ-технологий в различных отраслях промышленности.

## **Литература:**

1. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. — М.: Анахарсис, 2002. — 304 с.
2. Никифоров А.Д., Бакиев А.В. Процессы жизненного цикла продукции в машиностроении. — М.: Абрис, 2011. — 688 с.
3. Р 50.1.030-2001. Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В КОРПОРАТИВНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ ОС ANDROID

**М.С. Карягин**

*Самарский государственный университет*

### **Введение**

В настоящее время в мире насчитывается около 6 миллиардов мобильных устройств. Использование мобильных телефонов предполагает передачу различного рода информации в голосовом, текстовом и графическом виде. Это могут быть данные, содержащие подробности личного и даже интимного характера.

Защита данных в мобильных устройствах на сегодняшний день является актуальной задачей, и будет оставаться такой до тех пор, пока существует мобильная связь. Об остроте проблемы свидетельствует тот факт, что, по данным LookoutSecurityMobile, за 2011 год только у пользователей Android-смартфонов было украдено около миллиона долларов США (отправка СМС без ведома владельца телефона). И именно защита данных является приоритетом в первую очередь.

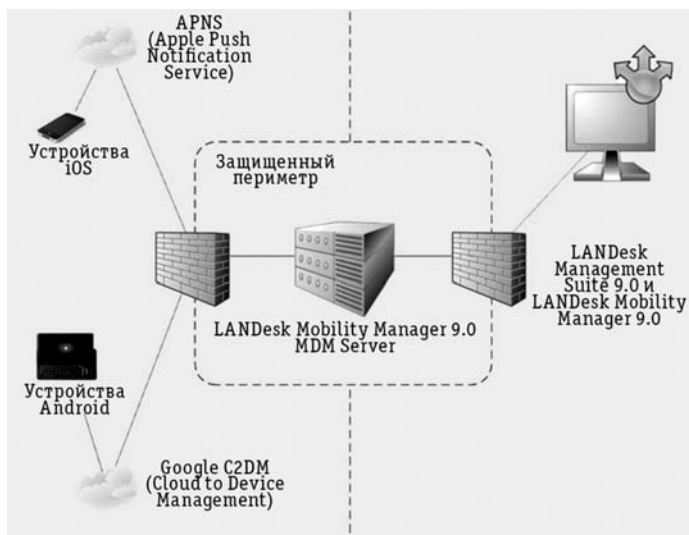
Целью данной научной работы являлось изучение сведений о защите информации на мобильных устройствах, как в корпоративной среде, так и в целом. Также ставилась цель рассмотреть и показать системы безопасности самых популярных на сегодняшний день мобильных устройств с разными типами ОС. В результате чего было описано приложение, которое находится на стадии разработки (а сейчас уже доработки).

### **Защита корпоративных данных в мобильных устройствах**

Как видно из рисунка 1, в решении на базе *LANDeskManagement-Suite* достаточно одного дополнительного сервера *LANDeskMDM* на виртуальной или аппаратной платформе в защищенной зоне корпоративной сети или на площадке провайдера, чтобы, помимо традиционного управления устройствами на базе мобильных платформ *Windows*, а также *RIM* через *MicrosoftExchangeActiveSync* и *BlackberryEnterpriseServer (BES)*, охватить устройства на платформе *iOS* и *Android*, работающие с облачными сервисами *Apple* и *Google*. Любое устройство может быть достижимо для администрирования, подключения к корпоративной инфраструктуре, предоставления

оперативной помощи пользователю и зачистки, при необходимости, чувствительных данных.

Продукт *LANDesk Mobility Manager* дополняет традиционное комплексное решение *Landesk Management Suite* и предназначен для снижения рисков и затрат, связанных с управлением и безопасностью при работе с различными мобильными устройствами, имеющими доступ к корпоративным ресурсам. Авторизованному специалисту компании доступны детальная информация об устройстве и функционал управления им в соответствии с набором его прав и корпоративной политикой. Если, например, пользователь забыл пароль разблокировки, то специалист удаленной техподдержки поможет очистить пароль или разблокирует устройство, а также настроит любые доступные параметры устройства — от беспроводных сетей и корпоративного VPN до перечня приложений и оформления рабочей среды.



**Рис. 1. Схема организации управления мобильными устройствами.**

### Проектирование приложения

Развитие безопасности в области мобильных устройств для корпоративного клиента является, как это было показано, актуальной задачей, решению которой может способствовать создание нового приложения в сфере корпоративного обслуживания. Приложение — сервис будет написано и оптимизировано под платформу *Android*.

Приложение будет называться — *MAXSEC–MaximumSecurity*.



Иконка приложения  
MAXSEC

MAXSEC на рабочем  
столе мобильного ус-  
тройства с ОС Android

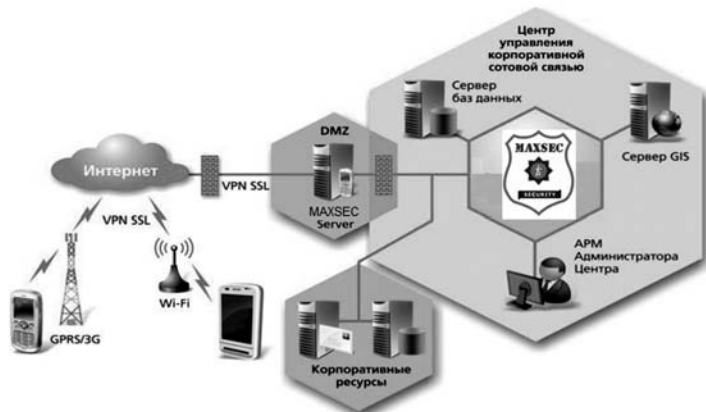


Ключевые функции MAXSEC, как сервиса:

- Предотвращение несанкционированной установки на мобильные средства связи стороннего ПО
- Ведение банка доверенного ПО для установки на МСС
- Контроль использования МСС в служебных целях
- Организация защищённого доступа в корпоративную информационную инфраструктуру посредством VPN.

Возможности MAXSEC, как клиентского приложения:

- Не может быть удалено и не отключено пользователем
- Не позволяет устанавливать приложения непосредственно с МСС
- Установка/удаление сторонних приложений на МСС реализуется только администратором центра управления MAXSEC.



Состав и архитектура сервиса MAXSEC

Состав и архитектура сервиса MAXSEC:

- MAXSEC Server — ядро системы, обеспечивающее управление мобильными устройствами
- Сервер баз данных (MySQL, Oracle)
- Сервер GIS (геоинформационной системы)
- АРМ (автоматизированное рабочее место) администратора.

Функционал MAXSECServer:

- Весь парк мобильных устройств управляется из одной точки
- Политики для используемых мобильных средств связи администратором системы настраиваются на MAXSECServer
- Процедуры инициализации и настройки устройств выполняются удаленно.

Особенности решения MAXSEC:

- Неудаляемый с МСС мобильный агент MAXSEC
- Установка и удаление программ только из банка доверенного ПО
- Блокирование и очистка МСС
- Блокирование фотокамеры, микрофона, Bluetooth, Wi-Fi
- Конфиденциальный обмен сообщениями
- Дистанционная установка политик ИБ на МСС
- Мониторинг приложений
- Обновление телефонных справочников абонентов
- Запрет связи с абонентом, не включённым в справочник
- Ведение журнала звонков и сообщений
- Уведомление о смене SIM

## **Заключение**

Подводя итог, можно сделать следующие выводы:

1. Описана и проанализирована сфера безопасности в мобильных устройствах в целом.
2. Были рассмотрены принципы безопасности и защиты информации в мобильных устройствах, на примере трех часто используемых в настоящее время мобильных ОС: Android, iOS, WindowsPhone. Была выявлена наиболее подходящая платформа для разработки приложения.
3. Исследован вопрос защиты корпоративных данных в мобильных устройствах.
4. Было представлено будущее сервис-приложение для защиты информации в корпоративной среде.



## МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ КАТЕГОРИЙНЫХ ДАННЫХ FUZZY C-MEANS

**Д.Е. Кошкин**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

Группировка текстового контента по тематике, авторскому варианту и, вероятно, по предполагаемому полу автора, актуальна для информационно-поисковых систем, или систем установления авторства. При этом, автоматизация группировки текста сводится к решению задачи кластерного анализа. Алгоритмы четкой кластеризации и генетические алгоритмы могут использоваться для обработки текстового контента, но в отличие от той же четкой кластеризации, алгоритм нечеткой кластеризации Fuzzy C-means позволяет распределять объекты по одному и более кластерам на основе степени принадлежности. Алгоритм актуален и, по мнению автора, перспективен для текстового контента, так как позволяет распределить тексты, относящиеся к разным темам по разным кластерам с разной степенью принадлежности.

### 1. Базовая версия алгоритма Fuzzy C-Means

Данными, вводимыми человеком, являются начальное количество кластеров, а также используемая формула расстояния между объектами и критерий останова алгоритма. Исходной информацией для кластеризации является матрица координат документов коллекции.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \dots & d_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_{n1} & d_{n2} & \dots & d_{nm} \end{bmatrix}$$

Метод нечёткой кластеризации позволяет каждому объекту принадлежать с различной степенью нескольким или всем кластерам одновременно. Число кластеров с считается заранее известным.

Кластерная структура задаётся матрицей принадлежности:

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & \dots & m_{1n} \\ m_{21} & m_{22} & \dots & m_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{c1} & m_{c2} & \dots & m_{cn} \end{bmatrix}$$

где  $m_{ij}$  — степень принадлежности  $j$ -го элемента  $i$ -му кластеру.

Матрица принадлежности должна удовлетворять следующим условиям:

$$0) m_{ij} \in [0, 1], i = \overline{1, c}, j = \overline{1, n}$$

$$1) \sum_{i=1}^c m_{ij} = 1, j = \overline{1, n}$$

т.е. каждый объект должен быть распределён между всеми кластерами,

$$2) 0 < \sum_{j=1}^n m_{ij} < n, i = \overline{1, c}$$

т.е. ни один кластер не должен быть пустым или содержать все элементы.

Для оценки качества разбиения используется критерий разброса, показывающий сумму расстояний от объектов до центров кластеров с соответствующими степенями принадлежности:

$$J = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n (m_{ij})^w \text{dist}(v_i, d_j)$$

где  $\text{dist}(v_i, d_j)$  — Евклидово расстояние между  $j$ -м объектом  $d_j = (d_{j1}, d_{j2}, \dots, d_{jm})$  и  $i$ -м центром кластера  $v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{ic})$

$w \in (1, \infty)$  — экспоненциальный вес, определяющий нечёткость, размытость кластеров,

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1m} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{c1} & v_{c2} & \dots & v_{cm} \end{bmatrix}$$

—  $c \times m$  матрица координат центров кластеров.

Математическая основа расчета координат центроида кластера приведена в формуле 1. В формуле 2 приведены правила расчета степеней принадлежности объектов к кластерам. Так же, в алгоритме используется формула Евклидова расстояния.

$$v_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n (m_{ij})^w d_{jk}}{\sum_{j=1}^n (m_{ij})^w}, k = \overline{1, m} \quad (1)$$

Задачей является нахождение матрицы  $M$ , минимизирующей критерий  $J$ . Для этого используется алгоритм нечётких  $c$ -средних, в

основе которого лежит метод множителей Лагранжа. Он позволяет найти локальный оптимум, поэтому для различных запусков могут получиться разные результаты.

На первом шаге матрица принадлежностей  $M$ , удовлетворяющая условиям 0)–2), генерируется случайным образом. Далее запускается итерационный процесс вычисления центров кластеров и пересчёта элементов матрицы степеней принадлежности:

$$m_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{(dist_{ij})^{\frac{2}{w-1}} \sum_{k=1}^c \frac{1}{(dist_{kj})^{\frac{2}{w-1}}}}, & \text{при } dist_{ij} > 0 \\ 1, i = j \\ 0, i \neq j, & \text{при } dist_{ij} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

где  $\{dist_{ij} = dist(v_i, d_j) | i = \overline{1, c}, j = \overline{1, n}\}$ .

Вычисления продолжаются до тех пор, пока изменение матрицы  $M$ , характеризующееся величиной  $\|M - M^*\|$ , где  $M^*$  — матрица на предыдущей итерации алгоритма, не станет меньше заранее заданного параметра остановки  $\varepsilon$ :

$$\|M - M^*\| < \varepsilon \quad (3)$$

Несмотря на проработанность алгоритма, значение  $w$  — экспоненциального веса, обычно устанавливают равное 2, так как теоретически обоснованного правила выбора веса пока не существует. Алгоритм представлен на Рис. 1.



**Рис. 1.** Блок-схема классического алгоритма Fuzzy C-Means.

## 2. Модификации для алгоритма Fuzzy C-Means

Как показали эксперименты, проводимые для [1–3], алгоритм требует значительные вычислительные ресурсы, но, согласно материалам [4], может быть использован вычислительный кластер и, за счет использования многопоточности и графических процессоров (GPU) в части расчета матриц и расстояний работа алгоритма может быть значительно ускорена. Для наиболее полного использования вычислительных ресурсов кластера требуется, чтобы алгоритм работал в многопоточном режиме. В результате, объемы математических выкладок могут значительно замедлить работу алгоритма, при использовании только центрального процессора. Таким образом, расчет матриц может осуществляться как поэлементно, так и посточно. На GPU проведение расчетов поэлементно не целесообразно, так как скорость расчета одного элемента будет быстрее, чем передача данных на GPU.

Разделение матриц на задания целесообразно проводить по количеству графических ускорителей кластера или по потокам, таким образом, чтобы на каждый поток рассчитывались все координаты одного центра кластера. Общий вид матриц представлен формулой 4, третья часть которой наглядно показывает область разделения заданий на потоки для обработки графическим процессором. Такая же логика будет использоваться для матриц M и расчетов расстояний между объектами и центрами кластеров.

$$V = \begin{bmatrix} \frac{\sum_{j=1}^n (m_{1j})^w a_{f1}}{\sum_{j=1}^n (m_{1j})^w} & \frac{\sum_{j=1}^n (m_{1j})^w a_{f2}}{\sum_{j=1}^n (m_{1j})^w} & \dots & \frac{\sum_{j=1}^n (m_{1j})^w a_{fm}}{\sum_{j=1}^n (m_{1j})^w} \\ \frac{\sum_{j=1}^n (m_{2j})^w a_{f1}}{\sum_{j=1}^n (m_{2j})^w} & \frac{\sum_{j=1}^n (m_{2j})^w a_{f2}}{\sum_{j=1}^n (m_{2j})^w} & \dots & \frac{\sum_{j=1}^n (m_{2j})^w a_{fm}}{\sum_{j=1}^n (m_{2j})^w} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\sum_{j=1}^n (m_{cj})^w a_{f1}}{\sum_{j=1}^n (m_{cj})^w} & \frac{\sum_{j=1}^n (m_{cj})^w a_{f2}}{\sum_{j=1}^n (m_{cj})^w} & \dots & \frac{\sum_{j=1}^n (m_{cj})^w a_{fm}}{\sum_{j=1}^n (m_{cj})^w} \end{bmatrix} =$$

$$\begin{bmatrix} f(m, d)_{11} & f(m, d)_{12} & \dots & f(m, d)_{1m} \\ f(m, d)_{21} & f(m, d)_{22} & \dots & f(m, d)_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f(m, d)_{c1} & f(m, d)_{c2} & \dots & f(m, d)_{cm} \end{bmatrix} = \begin{cases} Work_1(f_{11}, f_{12}, \dots, f_{1m}) \\ Work_2(f_{21}, f_{12}, \dots, f_{1m}) \\ \dots \\ Work_c(f_{c1}, f_{c2}, \dots, f_{cm}) \end{cases} \quad (4)$$

Рис. 2 отражает использование алгоритма в многопоточной системе с поддержкой технологии NVIDIA CUDA. Полностью передать

всю математику на графический процессор возможно, но из-за особенностей среды графические процессоры распределены по узлам и точкой обмена результатами становится оперативная память узлов.



**Рис. 2. Блок-схема алгоритма Fuzzy C-Means с использованием GPU**

Предполагается, что реализованный алгоритм GPU Fuzzy C-Means позволит значительно сократить время расчетов, по сравнению с классическим Fuzzy C-Means.

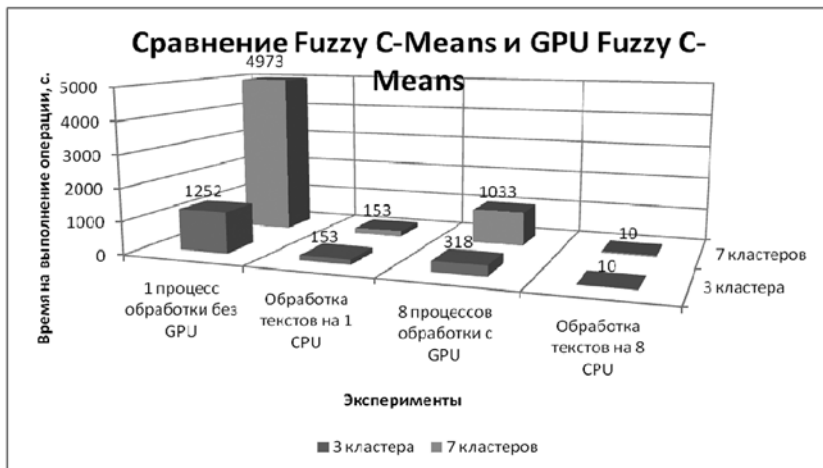
Результаты эксперименты реализации алгоритма на языке Python 3 с использованием и без использования библиотек MPI и CUDA приведены в Таблице 1.

Таблица 1.

**Результаты экспериментов с Fuzzy C-Means и GPU Fuzzy C-Means**

Число кластеров	Fuzzy C-Means	GPU Fuzzy C-Means
3 кластера	1252 секунд (18 шагов)	318 секунд (10 шагов)
	153 секунд на тексты	11 секунд на тексты
7 кластеров	4973 секунд (32 шага)	1033 секунд (18 шагов)
	153 секунд на тексты	11 секунд на тексты

На Рис. 3 приведен график по таблице 1 для визуального сравнения результатов.



**Рис. 3. График сравнения работы алгоритмов на 3-х и 7-и кластерах.**

### Литература:

1. Кошкин Д.Е., Новикова О.А. Уточнение кластеризации категориальных данных через оценку энтропии результирующих кластеров. // Всероссийский конкурс научно-исследовательских работ студентов и аспирантов в области информатики и информационных технологий: сборник научных работ: в 3 т. — Белгород: ИД «Белгород», 2012. — Т. 3. — 548 с. с.167–173.
2. Новикова О.А., Кошкин Д.Е. Уточнение кластеризации категориальных данных через оценку энтропии результирующих кластеров. / Итоги диссертационных исследований. Том 2. — Материалы IV Всероссийского конкурса молодых ученых. — М.: РАН, 2012. — 138 с. с.116–125.
3. Новикова О.А., Кошкин Д.Е. Энтропийная оценка качества автоматического разбиения категориальных данных алгоритмом Fuzzy C-means. «Информатизация образования и науки», №1(17) январь 2013. — М. «Информика», 2013. — 180 с., с. 113–121.
4. Кошкин Д.Е. Методы извлечения и представления знаний в форме семантических сетей из текстов на русском языке с помощью высокопроизводительных вычислительных кластеров. Материалы VI Всероссийской конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Часть I, г. Москва, МИРЭА, 29-30 ноября 2012 г. Под ред. Д.И. Дубровского и Е.А. Никитиной — М.: «Радио и Связь», 2012. — 184 с., 78–83 с.

## ЭВРИСТИКА И ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

**Е.И. Кузичкина**

*Тольяттинский государственный университет*

Эвристику можно рассматривать как процесс поиска ответов, в основе которого лежит эвристический метод. Данный метод нашел свое применение в области программирования и математического моделирования. Он предполагает творческий анализ задачи — выявление ее особенностей, и при этом не требует строгих доказательств. Эвристический подход в решении задач не только удобен, но и достаточно эффективен в следующих ситуациях: 1) полное решение не достижимо или труднодостижимо, т.к. требует большого количества ресурсов или слишком сложно в отыскании; 2) заранее не известно точное решение; 3) объект моделирования сложно описать. Этот список характеризует актуальность внедрения эвристического подхода в программирование. Творчество и алгоритмизация несовместимы, это противоположные друг другу процессы, но, несмотря на это, эвристический метод был внедрен в программирование. Целью данной работы стало исследование проникновения эвристики в область программирования и математического моделирования.

Термин «эвристика» происходит от греческого «heurisko» — отыскиваю, открываю. Эвристика — это наука, изучающая творческую деятельность, методы, используемые при открытии новых концептов, идей и взаимосвязей между объектами и совокупностями объектов, а также методики процесса обучения [2].

В настоящее время можно выделить 4 сферы распространения данной науки. Эвристика может пониматься как:

- научно-прикладная дисциплина, изучающая творческую деятельность;
- приемы решения проблемных (творческих, нестандартных, креативных) задач в условиях неопределенности, которые обычно противопоставляются формальным методам решения, опирающимся, например, на точные математические алгоритмы;
- метод обучения;
- один из способов создания компьютерных программ — эвристическое программирование.

### **История возникновения эвристики**

Происхождение термина «эвристика» в различных источниках описывается по-разному. В некоторых указывается, что термин

впервые появился в трудах греческого математика Паппа Александрийского, жившего во второй половине III века н. э., в других источниках описывается, что первое упоминание отдается Аристотелю. Известны факты использования древнеримским философом Квинтилианом эвристических вопросов. Учение об эвристических методах разрабатывал Сократ.

Обращаясь к истории возникновения эвристики, нельзя не отметить философское понимание интуиции, ведь главную роль в творчестве играет нелогичный эвристический путь, а выбор этого пути нередко подсказывает именно интуиция. Демокрит и Платон рассматривали интуицию как внутреннее зрение. Интуиция и вдохновение — близкие друг другу процессы. Интуиция имеет истоки в бессознательном слое психики человека. Интуицию нельзя «включить» или «выключить» сознательным волевым усилием. Это неожиданное «озарение», внезапное постижение истины; качественный скачок от незнания к знанию [2].

Многие авторы упоминают вклад в эвристику Раймонда Луллия, который еще в XIV в. пытался создать машину для решения различных задач на основе всеобщей классификации понятий. В XVII в. Георг Лейбниц и Рене Декарт независимо друг от друга развили идею Р. Луллия и предложили универсальные языки классификации всех наук. Эти идеи легли в основу теоретических разработок в области создания искусственного интеллекта. [1]

Начиная примерно с 30х годов прошлого века стали появляться публикации различных авторов, предлагающих свои методы решения творческих задач в области инженерного конструирования, а позже и для решения ряда гуманитарных и социальных задач. Основная суть применения эвристических приемов заключается в подготовке человека к моменту «озарения», к тому моменту, когда подсознание выдаст решение сознанию человека. В России изучением эвристики занимался инженер П.К. Энгельмейер, автор ряда книг по теории творчества. Он был твердо убежден в необходимости создания универсальной науки о творчестве [2].

В 60х годах прошлого века возникло эвристическое программирование.

### **Эвристическое программирование**

Под программированием понимается написание инструкций (программ) на конкретном языке программирования, по имеющемуся алгоритму. Эвристическая программа — это программа для ЭВМ, использующая эвристический алгоритм. В отличие от привычных строгих методов нахождения решения, эвристические работают в ус-



ловиях полного отсутствия соответствующего алгоритма и сведений о существовании решения и его единственности. Практичность этого метода заключается в радикальном уменьшении вариантов, необходимых при использовании метода проб и ошибок. Вместе с тем, существует вероятность упустить наилучшее решение, поэтому подчеркивается, что эвристический метод носит вероятностный характер.

В настоящее время эвристическим алгоритмом называют такой алгоритм, который базируется на определенном, не имеющем строго обоснования, предположении его автора, причем в результате применения алгоритма достигается достаточно приемлемый результат в большинстве практически значимых случаев. В основе данного метода лежит эвристический путь решения задачи автором алгоритма, именно поэтому подобные алгоритмы называли эвристическими. С точки зрения программирования термин «эвристика» получил свое определение — это правило сокращённого поиска решений. Тогда как в психологическом аспекте практически невозможно сформулировать правила, которым подчиняются эвристические озарения. Соответственно, у термина появились разные значения.

Эвристическим программированием называют такие методы поиска оптимальных решений, в основе которых лежит формализованный алгоритм, построенный на эвристиках. Причем «эвристика» в данном контексте — не «правило сокращённого поиска решений», а метод отыскания нового. А поскольку наиболее универсальным инструментом отыскания принципиально нового является мыслящий мозг человека, то под эвристикой (эвристическим правилом, эвристическим методом) принято понимать правило, стратегию или просто ловкий прием, найденные человеком на основе своего опыта, имеющихся знаний и интуиции и позволяющие наиболее эффективно решать некоторый класс задач. Найденные таким образом эвристики подвергаются формализации с целью представления их в виде конечного алгоритма, который можно реализовать на компьютере. Таким образом, можно заключить, что творческий подход и интуиция стали основой появления нового метода решения целого класса алгоритмических задач.

### **Литература:**

1. История эвристики [Электронный ресурс] : Treko, версия сохранённая 03 сентября 2013 — Режим доступа: [http://treko.ru/show\\_dict\\_197](http://treko.ru/show_dict_197)
2. Канов Г. Введение в основы творчества. — Учебное пособие для учащейся молодёжи. — Днепропетровск, 2010. — 67 с.
3. Розет И.М. Что такое эвристика. — Книга для учащихся. — Минск, «Народная асвета», 1988.

## ИНВАРИАНТНОЕ МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОМОРФИЗМА СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

**А.А. Миронов**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

В классификации информационных систем по синергетическим признакам [1,2] системы оперативной аналитической обработки данных относятся к трансформерам, поскольку в этой модели используется парадигма map/reduce, согласно которой каждая задача трансформируется в map-фазу, где к каждому входному значению применяется некоторое преобразование, и reduce-фазу, в которой множество входных значений агрегируется по некоторой функции. Это позволяет эффективно распараллеливать задачи на множестве серверов. Map-процессы запускаются над подмножествами исходных данных и выполняются абсолютно независимо друг от друга. Reduce-процессы обрабатывают результаты map-фазы, разбивая их по значениям ключей на непересекающиеся блоки, что также позволяет выполнять их независимо. Таким образом, каждая из фаз может обрабатываться на любом количестве серверов параллельно. Технология позволяет строить всевозможные графики и вращать «кубы», реализуются архитектуры тонкого клиента. Например, все множество кубов, создаваемых пользователями Google Docs, вычисляется на серверах (облаке) Google с использованием наиболее выгодным образом масштабирования и балансировки серверной архитектуры. Технология, позволяющая тысячам пользователей одновременно создавать OLAP-кубы на сотнях серверов, называется Panorama PowerApps. Для достижения этого результата Panorama использует платформу MapReduce Google.

Можно привести и дополнительно классифицировать немало других интересных и перспективных вариантов развития инфологий и архитектур xOLAP, так или иначе связанных с реализацией семантических принципов управления фактографическими информационными системами [5].

С позиций дальнейшего углубления теории информационных процессов и систем, в моделировании функционала всех этих систем присутствует единый принцип изучения и упорядочения информационных морфизмов как системы с пользователем, так и на подсистемных уровнях и уровнях слияния и взаимодействия на единых

семантических принципах различных баз данных с различных серверов, в том числе в интенсивном многопоточном распараллеленном режиме. Соответственно, в математические модели информационных морфизмов всех этих уровней и комбинаций взаимодействий должны органически вписываться в качестве основоопределяющих составляющие семантико-энтропийного регулирования.

Возникающие носители, в частности семантические слои xOLAP, могут обладать или не обладать устойчивостью по отношению к информационной среде. При появлении устойчивого носителя может происходить фиксация возникшего типа носителя в случае возможного его использования по отношению к информационной структуре более высокого порядка. Отсюда вероятностная модель информационного морфизма  $V$  между двумя подсистемами, слоями или отображениями взаимодействий (например, в формировании отчетов)  $A$  и  $B$  в информационной среде определяется как  $V_i = C_i/E_a + k * E_b$ , где  $C_i$  — относительное количество информации вида  $I$  в дуплексном (самый общий случай информационного обмена между объектами  $A$  и  $B$ ) информационном пространстве;  $E_a$  и  $E_b$  — относительные (долевые) распределения информации в потоках в направлениях от  $A$  к  $B$  и от  $B$  к  $A$ ;  $k$  — сложный коэффициент, в первом приближении равный натуральному числу  $e$  в степени произведения: —  $L (G_{ai} - G_{bi})$ , где  $L$  — коэффициент Лагранжа,  $G_{ai}$  и  $G_{bi}$  — характеристические коэффициенты информационных потоков в направлениях от  $A$  к  $B$  и от  $B$  к  $A$ .

Модель позволяет отследить основные закономерности информационного морфизма. Показателем упорядоченности в модели является информационная энтропия взаимодействующих объектов, что является основой семантико-энтропийных оценок и регулирования.

В самом общем виде семантико-энтропийные оценки и регуляторы используют понятие обобщенной энтропии [3, 4], которое в первородном ее виде (опуская промежуточные выкладки и рассуждения) видится слишком общим и неточно отображающим все внутрисистемные взаимодействия SeOLAP и модификаций, поскольку возникновение семантических разрывов провоцируется не только сугубо морфологическими причинами, но и проблемами многопоточности, кроссязыковыми и другими, описанными выше.

В отношении основной версии модельного представления SeOLAP, достаточно универсален и продуктивен семантико-энтропийный анализ с использованием комплексной реализации так называемых условной энтропии, взаимной энтропии и энтропии объе-

динения. Впрочем, не лишено интереса применение других разновидностей, например, энтропии потока, кросс-энтропии и других.

Достижимые в результате моделирования полнота вероятностей событий и информационная полнота дают основания применять подходы и результаты показанного здесь моделирования к достаточно широкому спектру разновидностей xOLAP, в том числе FSeOLAP, TransSeOLAP и другим.

Разнообразие версий OLAP достаточно велико и расширяется. [1,5]. Во всех моделях xOLAP отклик всегда должен быть пертинентным, следовательно, уместно использование так называемой условной энтропии, в названии которой озвучена некая назначенная пользователем условная зависимость вероятностей различных событий друг от друга. Вид этой зависимости определяет форму математического описания такой энтропии, которая может оказаться весьма сложной. По аналогии условной энтропией первого порядка (филогенетической информативностью) является энтропия для алфавита, где известны вероятности появления одной буквы после другой (то есть вероятности двухбуквенных сочетаний) или определена вероятность и даже неизбежность возникновения одного события, свойства, явления за другим (например, неизбежность принятия решения о релевантности отклика, если он пертинентен).

Через частную и обобщенную условные энтропии полностью описываются информационные семантические сбои и риски при передаче данных и любой транзакции, условно считая ее канальной. [3]

Опираясь на правила аддитивности и обязательные эргодичность и мажоритарность функционала SeOLAP [4], различные внутрисистемные и межслойные (в отношении семантических слоев) энтропийные оценки можно свести в некую общую «суммирующую» энтропию. Для рассматриваемого здесь случая оценки возникновения возможных семантических разрывов, вплоть до коллапса системы, также может быть определена такая энтропия объединения всех задействованных в единую систему кубов и их витрин, а также единого для них репозитария, если таковой создан.

Как показал опыт работы автора, вполне универсально условные вероятности оцениваются по формуле Байеса. По формуле Байеса можно более точно пересчитывать вероятность, беря в учёт как ранее известную информацию, так и данные новых наблюдений.

Формула Байеса выбрана автором как инструментальное средство исследования потому, что она, позволяет «переставить причину и следствие»: по известному факту события вычислить вероятность того, что оно было вызвано данной причиной. Это свойство весьма привлекательно при исследовании морфизмов xOLAP, для которых реализуются алгоритмы вычисления кубов по методам обратных за-

просов (Iceberg — кубы). События, отражающие действие «причин», в этом случае называют гипотезами, так как они — предполагаемые события, повлекшие это событие. Безусловную вероятность справедливости гипотезы рассматривается как априорная (насколько вероятна причина вообще), а условную — с учетом факта произошедшего события — апостериорной (насколько вероятной оказалась причина с учетом данных о событии). Для проводимых исследований важным оказалось следствие формулы Байеса, согласно которому формула полной вероятности события, зависящего от нескольких несовместных гипотез, которые иногда могут иметь место для модельных описаний, объединяемых в единую систему различных платформ и технологий.

### Литература:

1. *Иванников А.Д., Кулагин В.П., Миронов А.А., Мордвинов В.А., Сигов А.С., Тихонов А.Н., Цветков В.Я.* Синергетическая теория информационных процессов и систем. Учебное пособие / МГДД(Ю)Т, МИРЭА, ФГУ ГНИИ ИТТ «Информика» — М., 2009. — 474 с.
2. *Иванов И.В., Стативко Р.У.* Использование аппарата нечетких множеств для оценки качества образовательных услуг / Труды заочной электронной конференции «Информационные технологии в образовании». Режим доступа по состоянию на 08.10.12 [<http://www.econf.rae.ru/pdf/2004/07/Ivanov.pdf>]
3. *Миронов А.А.* Синергетический подход к разработке обобщённой модели информационного морфизма многомерных баз данных / Труды XVII Всероссийской научно-методической конференции Телематика'2010. — С-Пб: 2010. — Т. 1. — С. 115–116.
4. *Миронов А.А., Мордвинов В.А., Скуратов А.К.* Семанτικο-энтропийное управление OLAP и модели интеграции xOLAP в SemanticNET (ONTONET) / Научно-методический журнал «Информатизация образования и науки». №2. 2009. — С. 21–30.
5. *Мордвинов В.А.* Онтология моделирования и проектирования семантических информационных систем и порталов: Справочное пособие. — М.: МИРЭА, 2005. — 237 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ СЛУЧАЙНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ГРАФОВ ТУРНИРОВ С ЗАДАННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ ИСХОДЯЩИХ СТЕПЕНЕЙ

**Е. Ф. Сайфуллина**

*Тольяттинский государственный университет*

Турниром называется ориентированный граф, в котором каждая пара вершин соединена только одной дугой. Название этого вида графов объясняется тем, что они позволяют наглядно отобразить результаты любого соревнования, когда каждый участник должен встретиться со всеми остальными, и запрещены ничьи, например, как в большом теннисе или волейболе. При этом участникам соответствуют вершины, а результатам встреч — дуги, направленные от победителя к побежденному. [1]

В 1953 году Н.Г. Landau [3] доказал теорему, описывающую необходимое и достаточное условие того, что заданная последовательность натуральных чисел является последовательностью исходящих вершин графа турнира.

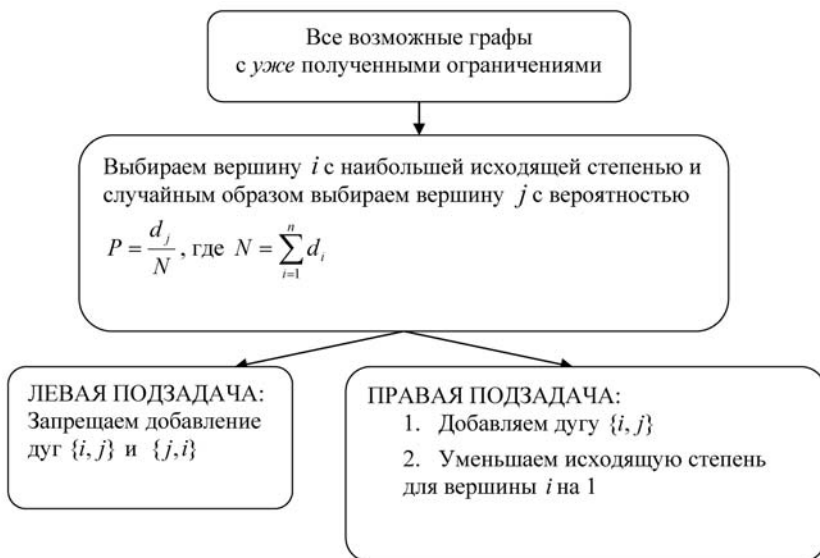
Теорема 1. Последовательность натуральных чисел  $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ , такая, что  $0 \leq s_1 \leq s_2 \leq \dots \leq s_n$  является последовательностью исходящих степеней графа турнира, в том и только том случае, если

$$\sum_{i=1}^k s_i \geq B_k, \quad 1 \leq k \leq n, \quad \text{с равенством при } k = n, \quad B_k, \text{ — биномиальный}$$

коэффициент из  $k$  по 2.

В данной работе описывается подход к случайной генерации таких графов на основе заданной последовательности исходящих степеней. Решение этой задачи было выполнено с использованием МЭП; приведём краткое описание решения (схему алгоритма).

Описание каждой подзадачи включает уже выбранные дуги графа — каждая из которых является также элементом множества выбранных разделяющих элементов; также описание подзадачи включает множество дуг, являющихся табуированными разделяющими элементами. Стартовая задача алгоритма — два пустых множества рёбер в качестве выбранных и разделяющих элементов. На каждом шаге алгоритма (рис. 1) новый разделяющий элемент выбирается на основе алгоритма описанного на рис. 1.



**Рис. 1. Схема предлагаемого алгоритма.**

Итак, мы фактически описали реализацию любого алгоритма из предыдущего раздела в виде метода ветвей и границ; согласно [2], этот алгоритм мы можем назвать незавершённым — поскольку поиск всех подходящих решений нами не производится

Приведём более подробное, чем в предыдущем разделе, описание алгоритма;

Вход:  $d = (d_1, \dots, d_n)$  — последовательность исходящих степеней, где  $d_i$  — исходящая степень  $i$ -й вершины,  $i \in (1, \dots, n)$ , удовлетворяющая условиям теоремы Ландау.

1. TaskList — пустой список подзадач.
2. Инициализируем стартовую подзадачу предполагаемой последовательностью исходящих вершин  $d$ , пустым списком списков запрещённых вершин Forbidden, пустым множеством рёбер  $E$ , после чего добавляем её в TaskList.
3. Если в первой лежащей в TaskList подзадаче для  $d$  все элементы равны 0, то завершаем алгоритм с множеством  $E$  этой подзадачи на выходе. Если же TaskList при этом пустой, то завершаем алгоритм с пустым множеством на выходе.
4. Для первой лежащей в TaskList подзадачи на основе её списка  $d$  выберем последнюю вершину  $i$ , которой соответствует наибольшая исходящая степень.

5. Выберем вершину  $j$  из списка возможных вершин, таких, что  $j \notin \text{Forbidden}[i]$ , и не существует дуги из вершины  $i$  в  $j$ , с вероятностью, пропорциональной исходящей степени вершины  $j - d[j]$ .
6. Если выбрать вершины на предыдущем шаге не удалось, то удаляем данную подзадачу из списка TaskList и переходим к шагу 3.
7. Заменяем текущую подзадачу на 2 новые подзадачи. Левую подзадачу получаем, добавив вершину  $j$  в  $\text{Forbidden}[i]$ . Для формирования правой подзадачи добавляем в  $E$  дугу из вершины  $i$  в  $j$ ; при этом уменьшаем  $d[j]$  на 1. В списке TaskList левая подзадача заменяет текущую подзадачу, а правая подзадача добавляется в начало списка.
8. Переходим к шагу 3.

Выход: множество рёбер  $E$ .

Итак, разработанные авторами алгоритмы генерации графов турниров с заданными последовательностями исходящих степеней основаны на мультиэвристическом подходе к решению задач дискретной оптимизации. Причём в данном случае этот подход был применён не для получения какого-либо оптимального решения, а для случайной генерации.

Для проведения вычислительного эксперимента были взяты последовательности, представленные на сайте [4] для  $n = 7$ ,  $n=8$ ,  $n = 9$ . Для каждого  $n$  были взяты первые 10 последовательностей. Все эти последовательности, удовлетворяют необходимому и достаточному условию, описанному в теореме 1. Для каждой из этих последовательностей описанным алгоритмом был сгенерирован граф. Результаты вычислений представлены в табл. 1, табл. 2, табл. 3.

Таблица 1.

**Результаты вычислительного эксперимента для  $n = 7$**

Турнир	Последовательность исходящих степеней	Время построения графа
1	[6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]	62
2	[6, 5, 4, 3, 1, 1, 1]	16
3	[6, 5, 4, 2, 2, 2, 0]	47
4	[6, 5, 4, 2, 2, 1, 1]	16
5	[6, 5, 3, 3, 3, 1, 0]	16
6	[6, 5, 3, 3, 2, 2, 0]	16
7	[6, 5, 3, 3, 2, 1, 1]	31
8	[6, 5, 3, 2, 2, 2, 1]	16



9	[6, 5, 2, 2, 2, 2]	19
10	[6, 4, 4, 4, 2, 1, 0]	15

Таблица 2.

**Результаты вычислительного эксперимента для  $n = 8$** 

Турнир	Последовательность исходящих степеней	Время построения графа
1	[7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]	219
2	[7, 6, 5, 4, 3, 1, 1, 1]	594
3	[7, 6, 5, 4, 2, 2, 2, 0]	1093
4	[7, 6, 5, 4, 2, 2, 1, 1]	16
5	[7, 6, 5, 3, 3, 3, 1, 0]	219
6	[7, 6, 5, 3, 3, 2, 2, 0]	16
7	[7, 6, 5, 3, 3, 2, 1, 1]	922
8	[7, 6, 5, 3, 2, 2, 2, 1]	609
9	[7, 6, 5, 2, 2, 2, 2, 2]	719
10	[7, 6, 4, 4, 4, 2, 1, 0]	3709

Таблица 3.

**Результаты вычислительного эксперимента для  $n = 9$** 

Турнир	Последовательность исходящих степеней	Время построения графа
1	[8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]	25828
2	[8, 7, 6, 5, 4, 3, 1, 1, 1]	2547
3	[8, 7, 6, 5, 4, 2, 2, 2, 0]	15593
4	[8, 7, 6, 5, 4, 2, 2, 1, 1]	16
5	[8, 7, 6, 5, 3, 3, 3, 1, 0]	102219
6	[8, 7, 6, 5, 3, 3, 2, 2, 0]	41468
7	[8, 7, 6, 5, 3, 3, 2, 1, 1]	16
8	[8, 7, 6, 5, 3, 2, 2, 2, 1]	21594
9	[8, 7, 6, 5, 2, 2, 2, 2, 2]	15
10	[8, 7, 6, 4, 4, 4, 2, 1, 0]	63

## Литература

1. Домнин Л.Н. Элементы теории графов. Учебное пособие — Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. — 144 с.
2. Мельников Б. Мультиэвристический подход к задачам дискретной оптимизации // Кибернетика и системный анализ (НАН Украины), 2006, №3. — С. 32–42.
3. Landau H.G. On dominance relations and the structure of animal societies. II. The condition for a score sequence, Bull. Math. Biophys. 15 (1953) — 143–148 с.
4. <http://homepages.vub.ac.be/~faplastr/Tournaments.html>

## МЕТОД СИТУАЦИОННОГО АНАЛИЗА С ПОЗИЦИИ ТЕОРИИ СИСТЕМ

**А.Б. Сорокин**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

Система в античной философии трактовалась онтологически — как упорядоченность и целостность бытия. Система (от греч. *σύστημα* — целое, составленное из частей, устройство, организация, мировой порядок. В те же времена был сформулирован тезис о том, что целое больше суммы его частей.

Несмотря на то, что понятие «система» известно с давних времен, до сих пор не существует общепринятого научного определения системы. Каждый исследователь видит те аспекты системы, которые его интересуют, поэтому напомним определение Дж. Клира: «Системой является все, что мы хотим рассматривать как систему». Соответственно, общая теория систем (ОТС) — это не законченная теория, а комплект концепций, находящийся в развитии [1].

Раскрывать все определения понятия «система» не имеет смысла в связи с многообразием этого значения. В данной статье рассмотрим определение термина «сложная система» предложенное Г.П. Щедровицким: «...рассмотреть какой-либо объект в виде сложной системы — значит представить его последовательно в четырех категориальных планах — процессов какого-то одного вида, функциональной структуры, организованностей материала, морфологии, — а затем разложить план морфологии еще раз по всем указанным выше планам и продолжать эту процедуру до тех пор, пока не получится необходимое нам конкретное представление объекта» [2].

Следует уточнить, что под «материалом» понимается весь спектр объектов (явлений, энергий, информации, материала в узком смысле слова и т.д.), на которые система воздействует и организует под свои цели.

Определения Щедровицкого содержат два важных преимущества;

- возможность соединить любые процессуальные представления о системе, в том числе эволюционно-генетические, со структурными и организационными.
- возможность решить проблему взаимодействия систем; раньше всякое предположение о взаимодействии систем автоматически превращало их в элементы системы взаимодействия, теперь системы могут взаимодействовать друг с другом на уровне материала, и это никак не влияет на целостность и автономность их функциональных структур и процессов.

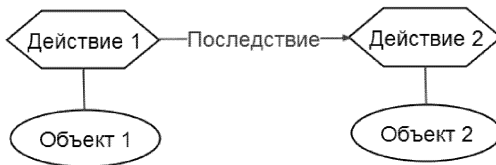
Для адекватного процесса расчленения системного объекта необходимо знать его внутреннее строение, для этого предлагается описать его в четырех категориальных планах, используя метод ситуационного анализа [3].

Термин «процесс» часто рассматривается «с точки зрения системы». Тогда процесс ( $P$ ) — это последовательная смена состояний ( $S$ ) и совокупность последовательных действий ( $G$ ) системы.

$$P = \langle S, G \rangle$$

На данном аспекте строится общеизвестный граф определения целевого состояния системы как путь поиска решения задачи.

Рассмотрим термин «процесс» «с точки зрения наблюдателя». При этом условии процесс определяется как упорядоченная последовательность действий объекта, принимающего участие в нем. Между действием и материалом (объектом) существует связь, выполняющая системообразующие функции, которые выступают основой архитектоники системы (рис. 1).



**Рис. 1. Тип последовательной связности.**

Между действиями существует несколько типов связи, характеризующихся тем, что после каждого действия возникают последст-

вия, которые инициируют начало выполнения другого действия. Данные связи можно представить как:

Тип последовательной связности (рис. 1), происходит тогда, когда исходное действие должно полностью завершиться, прежде чем начнется выполнение другого действия. Данный тип связи моделирует причинно-следственные зависимости.

Тип логической связности происходит тогда, когда действия собираются вместе вследствие того, что они попадают в общий класс или набор элементов, но необходимых функциональных отношений между ними не обнаруживается. Завершение одного действия может инициировать начало выполнения сразу нескольких других действий, или, наоборот, определенное действие может требовать завершения нескольких других действий для начала своего выполнения. Данная связь представлена логическими оператором «И».

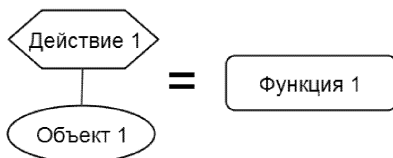
Рассматривая процесс «с точки зрения наблюдателя» строится граф (рис. 1), который используется в дальнейшем для определения функциональной структуры.

Термин «функциональная структура» оперирует двумя понятиями: «функция» и «структура». Смысл этих понятий представляется интуитивно ясным, но дать им единственное определение не представляется возможным.

Отразим главные свойства, которые присутствуют в любой структуре: элементный состав, наличие связей, инвариантность (неизменность во времени). Надо отметить, что свойство инвариантности разграничивает понятия «системы» и «структуры».

Под функцией системы обычно понимают: поведение системы в некоторой среде; процесс достижения цели системой; согласованные между элементами действия в аспекте реализации системы как целого.

Тогда, правомерно сказать, что действие и объект реализуют в системе некоторую функцию (рис. 2).



**Рис. 2. Равенство между функцией и действие-объект.**

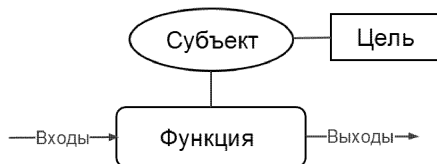
Функция идентифицируется глагольной формой, которая описывает, что должно быть выполнено. Например: действие — «анализировать», объект — «данные», тогда функция — «анализировать данные».

Выбор функций определяется целью системы. Системный объект имеет множество функций, из них выделяются те, которые соответствуют целям. Т.е. формулировка цели позволяет сфокусировать усилия в нужном направлении. Цель характеризует свойства субъекта, который ориентирован на ее достижение. Субъект может быть представлен как человеком, так и автоматизированной системой. Между субъектом и функцией существует системообразующая связь.

Структура определяет функцию, так как при одном и том же составе элементов, но при различном взаимодействии между ними меняется функция системы и ее возможности. В то же время одна и та же функция может реализоваться различными структурами, которые находятся в различных средах. Например: функция «принять решение» может быть, как реализована человеком, так и системой поддержки принятия решений.

Функция определяется не только внутренним строением системы, но и внешней средой. Взаимодействие системы с окружающим миром описывается входной (нечто, что перерабатывается системой) и выходной функцией (результат деятельности системы).

Из выше изложенного следует, что функция определяется структурой системы и внешней средой, направлена на достижение общей цели и неразрывно связана с субъектом (рис. 3).



**Рис. 3. Блок функциональной структуры.**

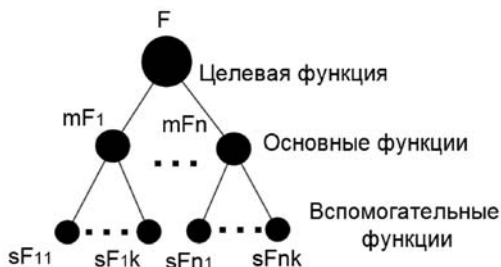
Введем типизацию связей между функциями:

- Тип коммуникационной связности. Функции группируются вследствие того, что они используют одни и те же входные данные и/или производят одни и те же выходные данные.
- Тип последовательной связности. Выход одной функции служит входными данными для следующей функции с меньшим доминированием. При этом моделируются причинно-следственные зависимости.
- Тип функциональной связности. Наличие полной зависимости одной функции от другой. Выходы одной функции служат управляющим воздействием для другой, менее доминирующей, но обе направлены на достижения одной цели.

При последовательной и функциональной связности имеет место обратная связь, когда выход функции становится входом другой

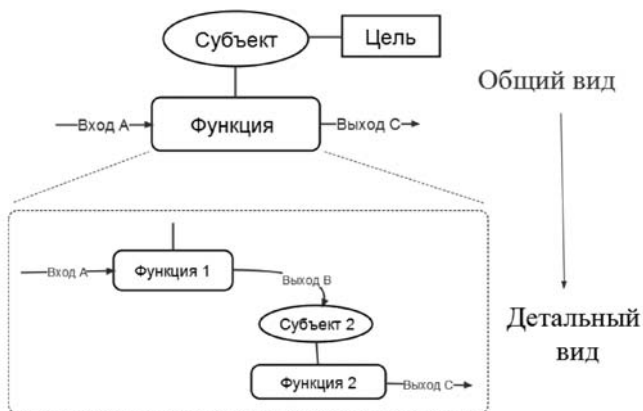
или управляющее воздействие направлено на функцию с большим доминированием.

Для детального исследования возможности системы функции могут быть представлены в виде иерархии дерева узлов (рис. 4). Граф дерева функций представляет собой декомпозицию целевой функции с целью анализа множества функций, реализуемых на различных уровнях системы. Целевая функция отражает смысл существования системы, основные обеспечивают условия выполнения целевой функции и вспомогательные обеспечивают условия выполнения основных функций и т.д. Каждая функция  $i$  — уровня рассматривается по отношению вышестоящему уровню  $i+1$  как элементарная и как макрофункция по отношению к нижестоящему уровню  $i-1$ .



**Рис. 4. Граф дерева функций.**

Объединим типологию функций и граф дерева узлов. Тогда функции будут представлены в виде вложений одна в другую. Каждая функция является декомпозицией более общей функции (рис. 5).

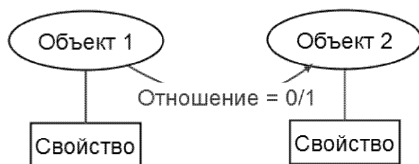


**Рис. 5. Граф декомпозиции функции.**

Граф декомпозиции функции используется для построения структуры системы совместно с морфологическим подходом.

Понятия «система», «структура» и «организация» очень близки по своему содержанию. Данные понятия являются средством познания объективной реальности, поэтому их часто используют как синонимы. Под организацией (с позднелатинского — «сообщаю стройный вид», «устраиваю») будем понимать внутреннюю упорядоченность объектов, на которые воздействует система, а также совокупность процессов, ведущих к установлению отношений между отдельными объектами.

Известно, что любое отношение может принимать значения — истина, ложь, т.е. либо быть либо нет. Оно устанавливается как истина, если выполняется воздействие системы, приводящее к определенным условиям. Условия формируются на основе отношений между значениями свойств объекта (рис. 6).



**Рис. 6. Граф организованности материала.**

Организованность материала рассматривает объекты в виде иерархии подсистем. Морфологический подход определяет, какие подсистемы следует выделить в составе объекта, а какие отнести к надсистеме. Построение иерархии заключается в декомпозиции системы на несколько уровней, по принципу подчиненности нижних уровней высшим уровням. Например, объект «Вселенная» содержит множество элементов «Галактик». Объект «Галактика» содержит множество элементов «Звездных систем» и т.д.

Применение метода ситуационного анализа позволило построить морфологический и функциональный граф декомпозиций сложной системы, которые могут применяться не только для анализа постоянно усложняющихся производственно-технических и организационно-экономических систем с целью совершенствования их функционирования и повышения эффективности, но и для разработок новых интеллектуальных интегрированных компьютеризированных производств.

**Литература:**

1. *Крайнюченко И.В., Попов В.П.* Системное мировоззрение. Теория и анализ. Учебник для вузов. — Пятигорск.: ИНЭУ, 2005. — 218 с.
2. *Щедровицкий Г.П.* Два понятия системы. // Труды XIII Международного конгресса по истории науки и техники. Т. 1а. М., 1974 [Г.П. Щедровицкий. Избранные труды. М., 1995].
3. *Болотова Л.С.* Системы искусственного интеллекта: модели и технологии, основанные на знаниях. — М.: Финансы и статистика, 2012. — 663 с.

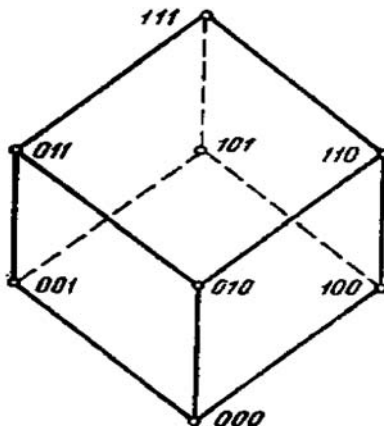
**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАНДОМИЗИРОВАННОЙ  
ГЕНЕРАЦИИ ФУНКЦИЙ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ*****Н.В. Софонова****Тольяттинский государственный университет*

Логическое программирование манипулирует булевыми функциями и фактами, взятыми из исходных данных той или иной задачи. Успех программирования всегда оценивается тестированием перед заключением выводов о приемлемости программы в решении поставленной проблемы. При этом возникает вопрос соответствия тестовых и реальных данных. Допустим, мы нашли алгоритм для решения одной конкретной задачи, но она возникает в разных сферах человеческой деятельности и соответственно входные данные имеют разную структуру в зависимости от области применения. Это должно быть отражено и в данных для тестирования программы для разных сфер ее применения, т.е. тестовые данные должны быть репрезентативны входным данным в отраслях применения алгоритма.

**Математическая модель**

Обозначим через  $E^n$  множество всех наборов  $(\alpha_1, \dots, \alpha_n)$  из 0 и 1. Его можно рассматривать как множество всех вершин единичного  $n$ -мерного куба (рис. 1 — 3-х мерный куб) [5].



Рис. 1.  $n$ -мерный куб.

Произвольной функции алгебры логики  $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$  сопоставим подмножество  $N_f$  вершин куба  $E^n$  так, что  $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) \in N_f$  тогда и только тогда, когда  $f(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n) = 1$ . Ясно, что по подмножеству  $N$ , исходная функция восстанавливается однозначным образом.

Соответствующее элементарной конъюнкции  $K(x_1, \dots, x_n)$  ранга  $r$ , где  $K(x_1, \dots, x_n) = x_{i_1}^{\sigma_1} \& \dots \& x_{i_r}^{\sigma_r}$ , множество  $N_K$  представляет собой  $(n - r)$ -мерную грань.

Дизъюнктивная нормальная форма (ДНФ) — дизъюнкция элементарных конъюнкций, может быть построена разными способами.

Сложность ДНФ можно считать по одному из индексов простоты:

- $L_B$  — число букв переменных, встречающихся в записи ДНФ;
- $L_K$  — число элементарных конъюнкций, входящих в ДНФ;
- $L_0$  — число отрицаний, встречающихся в записи ДНФ.

### Локальный алгоритм

Пусть дано множество, из элементов которого следует выбрать все или некоторые элементы, удовлетворяющие определённым условиям.

В исходном множестве определяется понятие близости; локальный алгоритм на каждом шаге изучает совокупность элементов, близких к некоторому текущему элементу (окрестность текущего элемента), и запоминает ряд признаков об элементах окрестности.

Накопленная информация используется на последующих шагах алгоритма для определения нового текущего элемента.

Описанный алгоритм [1, 2, 4], основанный на работах Ю.И. Журавлева и А.А. Сапоженко, генерирует конъюнкции поточно, то есть параметрами случайной генерации являются лишь координаты вершин куба.

### **Алгоритм генерации ДНФ случайными гранями**

Рассмотрим усовершенствованный метод генерации ДНФ. Для улучшения репрезентативности сгенерированных определённым алгоритмом ДНФ, репрезентативность которых оценивается в конкретной предметной области, желательно, чтобы настраиваемых параметров этого алгоритма было как можно больше — поскольку, чем больше мы сможем влиять на объекты генерации, тем более они будут адекватны объектам исследования, к которым мы хотим приблизить характеристики генерируемых объектов. В методе, основанном на подходе Журавлёва, можно менять только количество действий (шагов алгоритма). Поэтому изменим саму структуру генерируемых объектов: будем добавлять в  $n$ -мерный куб вершины не по одной, а целыми плоскостями. Таким образом, мы сразу получим несколько параметров генерации:

- количество плоскостей;
- размерности плоскостей;
- их координаты.

Значения этих параметров нужно установить на начальном этапе алгоритма генерации ДНФ случайными гранями.

Сначала задаём  $n$  — количество переменных булевой функции. Затем случайно генерируем число помечаемых вершин  $n$ -мерного куба. Размерность  $r$  каждой новой плоскости генерируем случайным образом, а также выбираем режим генерации: поточно или случайными гранями.

Для обеспечения равномерного распределения количества генерируемых точек и плоскостей после добавления каждой новой плоскости проверяем, не превысило ли общее число добавленных точек плоскостей число помечаемых вершин  $n$ -мерного куба.

Для каждой плоскости случайные  $r$  координат заполняем 2; это означает для данной переменной оба варианта (и 0 и 1). А остальные  $(n-r)$  координаты — случайно 0 или 1. Используя такой алгоритм, мы можем настроить параметры генерации ДНФ так, чтобы получать структуры с минимальной ошибкой репрезентативности, которая возможна при используемых параметрах генерации ДНФ.

## Характеристики сгенерированных структур

Для проверки репрезентативности случайно сгенерированных ДНФ были введены следующие характеристики.

- Отношение количества 0 к количеству 1. Интуитивно понятно, что без соответствия этой характеристики ДНФ вряд ли будет соответствовать всем остальным характеристикам.
- Количество плоскостей, получающихся при минимизации сгенерированных ДНФ жадным алгоритмом [3].
- Количество получающихся после такой минимизации плоскостей, покрывающих каждую точку в  $n$ -мерном кубе.

Показатели на плоскостях помогают оценить структуру рассматриваемых булевых функций (соответствующих описываемым ДНФ).

Причём для нашего алгоритма генерации характеристики — это не только признаки для проверки репрезентативности. Они также являются частью алгоритма, улучшающей эту репрезентативность в процессе работы.

После сравнения результатов применения этих характеристик к случайно сгенерированным ДНФ и ДНФ предметной области мы должны настроить параметры случайной генерации так, чтобы генерируемые ДНФ более соответствовали бы реальным данным. Так как параметры генерации влияют на значения характеристик репрезентативности, мы можем выработать способ улучшения для каждой характеристики.

Например, если количество единиц в сгенерированных ДНФ ниже, чем в реальных, мы повысим вероятность генерирования большего количества плоскостей и с большей размерностью. Если каждую точку в среднем покрывает меньше плоскостей, чем хотелось бы, то нужно уменьшить размерность плоскостей, а их количество увеличить. А если минимизация недостаточно сокращает генерируемые ДНФ, то мы изначально принудительно уменьшим размерность и количество рассматриваемых плоскостей.

Также параметры можно настраивать под соответствующие индексы простоты. Например, для  $L_0$  достаточно уменьшить вероятность генерирования 0 в координатах; для  $L_K$  — генерировать меньшее количество плоскостей; для  $L_B$  — нам необходимо пользоваться характеристиками, основанными на минимизации.

Данный подход предполагает, что в зависимости от рассматриваемой задачи возникают и другие характеристики, соответствие которым улучшит набор генерируемых входных данных.

**Литература:**

1. Журавлёв Ю.И. Об отделимости подмножеств вершин  $n$ -мерного единичного куба. — Тр. МИАН СССР, 51 (1958). — С. 143–157.
2. Журавлев Ю.И. Локальные алгоритмы вычисления информации // Кибернетика, 1965, №1. — С. 12–19.
3. Мельников Б.Ф. Мультиэвристический подход к задачам дискретной оптимизации // Кибернетика и Системный Анализ. Изд-во НАН Украины, 2006, №3. — С. 32–42.
4. Сапоженко А.А. Дизъюнктивные нормальные формы. — М.: Изд-во МГУ, 1975. — С. 1–89.
5. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. — М.: Наука, 1986. — 384 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ ОБЪЕКТОВ И АРАСНЕ DERBY В РАМКАХ JAVA ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JPA

**Д.И. Фильгус**

*Московский государственный технический университет  
радиотехники, электроники и автоматики*

Довольно часто в проектах любой сложности, написанных на Java, будь то крупномасштабные enterprise приложения, или же небольшие пользовательские программы, возникает необходимость в легковесной, простой, быстрой и гибкой базе данных. Текущий IT-рынок предоставляет богатый выбор инструментов для удовлетворения подобных потребностей. Существует ряд популярных реляционных СУБД, таких как Derby, H2, HSQLDB и отдельно стоящих ООСУБД ObjectDB и db4o. Принципиальное отличие между этими вариантами СУБД с позиции разработки — невелико, за исключением моментов, которые будут описаны ниже. Среди реляционных СУБД на практике положительно себя проявила Derby, с точки зрения удобства работы с базой в многопоточном конкурентном режиме, а среди объектных — ObjectDB, с точки зрения актуальности базы и поддержки продукта.

**ObjectDB(ODB)[1]** — компактная и быстрая [2] объектно-ориентированная система управления базой данных (ООСУБД), позволяющая доступными путями осуществить как настройку самой ОО-

СУБД в серверном или встроенном режиме, так и подключение к ней стандартными средствами JPA(только JPA).

Применение данной ООСУБД, на ранних этапах знакомства с ней, в рабочем проекте показывает соответствие действительности заявленных показателей производительности, как на простых CRUD (create-read-update-delete) операциях, так и на операциях с вложенными критериями поиска по многострочным спискам. Проведя небольшое нагрузочное тестирование, удалось добиться времени обработки простых запросов на чтение и запись (вкупе) за ~150 мс, при потоке запросов в 500 потоков с частотой в 2 Гц, на протяжении 30с, при использовании настроек базы по умолчанию.

Использование данной ООСУБД помогает значительно упростить разработку ORM (object relational mapping) в проекте, т.к. за счет объектной специфики хранения данных в ней, можно обращаться с классом сущности, как с обычным POJO (plain old java object), закрывая глаза на ограничения на сохраняемые типы вложенных в сущность объектов, также не возникает проблем со встраиванием сущностей(@Entity) в сущности. Зачастую не требуется практически никаких дополнительных указаний при описании сущности, для осуществления встраивания, кроме стандартных.

К сожалению, данные плюсы играют роль только на первых этапах знакомства с базой, поскольку при её более детальном использовании всплывает множество «подводных камней», связанных со спецификой реализации стандартных процедур JPA в ObjectDB:

1. При попытках использования данной ООСУБД вкупе с другой базой (в контексте практики, Oracle DB 10g) возникают проблемы с XA(eXtended Architecture) транзакциями. При использовании стандартного (не XA) драйвера Oracle, стандартный драйвер ODB не конфликтует с драйвером второй базы, вследствие чего происходят неожиданные действия при обращении на запись сразу в обе базы. Например, если по каким-либо причинам не завершилась транзакция в Oracle, то ODB может, несмотря на завершившийся исключением метод, завершить свою транзакцию и осуществить запись, что может вызвать проблемы с контролем над этими ситуациями при разработке.
2. При построении приложения, опираясь на концепцию JPA, т.е. расчет на то, что спецификация позволяет использовать стандартные методы JPA, не обращая внимания на используемую СУБД. Т.е. при переключении драйвера СУБД на другой, изменений кода приложения не потребуются (при условии отсутствия использования нативных(специфических для конкретной базы) запросов). К сожалению с ODB ситуация может обернуться неприятными сюрпризами при переключении. Описанные

выше преимущества и облегчения в описании сущностей, адекватно воспринимаемые драйвером ODB, могут быть отвергнуты драйвером другой СУБД, который полностью соответствует спецификации

3. На разработке также отражается тот момент, что данная СУБД хотя и является, по заверениям разработчиков, совместимой с JPA, но при углублённой работе с ней обнаруживается множество моментов, которые либо не реализованы, либо работают некорректно (отсутствие поддержки `StaticMetamodel` и пр.)

**Apache Derby[3]** — реляционная СУБД, написанная на Java, предназначенная для встраивания в Java-приложения, позволяющая осуществлять работу с ней как во встроенном режиме, так и в качестве сервера, посредством использования напрямую технологии JDBC(или любых фреймворков, поддерживающих её) или же, при помощи драйвера, технологии Hibernate и всех на ней основанных (в т.ч. и JPA).

Данная реляционная СУБД является одной из самых распространённых и легковесных. Она входит в стандартный пакет поставки популярных серверов приложений и IDE(integrated development environment), или же доставляется при помощи подключаемых модулей (Oracle Glassfish, Netbeans, Eclipse), что позволяет с наименьшими затратами по времени и ресурсам включить данную СУБД в работу проекта. Показатели производительности на описанных выше тестах отражают цифры в районе 560мс, при настройках базы по умолчанию.

Derby полностью поддерживает спецификацию Hibernate, а вследствие и JPA, что несколько повышает общий порог вхождения для использования данной СУБД (по сравнению с ODB. Если брать порог вхождения у ближайших конкурентов Derby, таких как H2 и HSQLDB, то он будет примерно на таком же уровне, с отличиями, разве что в трудностях настройки непосредственно самой СУБД). Работа с Derby на уровне JPA не принципиально отличается от работы с любой другой реляционной СУБД. Также в Derby присутствует поддержка JPA ХА драйвера, что даёт возможность её использования с другими СУБД, не поддерживающими ХА транзакции, в рамках одной общей транзакций.

Как показывает практика, при плотном использовании Derby возникают некоторые проблемы:

1. При частых CRUD запросах к одной таблице наблюдается тенденция роста оперативной памяти, используемой процессом СУБД. Возникает данная ситуация, как показали исследования, с обновлениями индексов первичных ключей записей таблицы.
2. Ощутимы не очень высокие показатели производительности.

## **Заключение**

Как показала практика, использование каждой из описанных СУБД может принести как плюсы, так и минусы, в зависимости от ситуации в рабочем проекте. ObjectDB может подойти в ситуации:

1. Когда есть возможность использования только одной СУБД для нужд проекта.
2. Когда есть уверенность в том, что в дальнейшем не понадобится менять ObjectDB на другую СУБД.
3. Когда производительность запросов к СУБД приоритетнее «подводных камней» при использовании базы.
4. Когда необходим наиболее низкий уровень вхождения в используемую СУБД.

Derby же может подойти в ситуации:

1. Когда требуется легковесное и распространённое решение.
2. Когда не требуется высокая производительность запросов в СУБД.
3. Когда требуется строгое соответствие спецификации JPA.
4. Когда есть вероятность изменения СУБД в будущем и необходимо минимальное количество изменений, требующихся для перехода.

## **Литература:**

1. <http://www.objectdb.com/> по состоянию на 20.09.2013
2. <http://www.jpab.org/All/All/All.html> по состоянию на 20.09.2013
3. <http://db.apache.org/derby/> по состоянию на 20.09.2013

## Содержание

### Часть I

#### Секция I.

#### **ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКИЕ, МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА**

<i>Руководители: В.А. Лекторский, В.Г. Редько, Е.А. Никитина</i>	3
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЙ <i>Н.А. Дружинина</i> .....	3
СПИРАЛЬНАЯ КОГНИТИВНАЯ МЕТАДИНАМИКА КАК МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ЭВОЛЮЦИИ <i>М.Ю. Прокопчук, Ю.А. Прокопчук</i> .....	7
К ВОПРОСУ МНОГООБРАЗИЯ СФЕР БЫТИЯ <i>Е.В. Пахонина</i> .....	12
МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ ИНВЕСТИТОРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В СРЕДЕ ПРОЗРАЧНОЙ РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКИ <i>З.Б. Сохова</i> .....	16
МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ НА БАЗЕ ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТЕКА ЗАЯВОК <i>А.А. Стеряков</i> .....	23
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОИСКОВОГО ПОВЕДЕНИЯ АГЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА НЕЙРОННОГО ГАЗА <i>Т.И. Шарипова</i> .....	28
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ <i>Н.В. Аболмазова</i> .....	35
ПРИМЕНЕНИЕ КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПЕРСОНАЛА НА БАЗЕ ПРОФИЛЯ ДОЛЖНОСТИ <i>Ю.В. Буланова</i> .....	39
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ КАК СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАП РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Н.С. Волкова</i> .....	47
ОТ ПАРАДИГМЫ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА К КОНЦЕПЦИИ РАЗУМНОГО ОКРУЖЕНИЯ <i>Н.А. Ястреб</i> .....	49



## **Секция II СОЗНАНИЕ, МОЗГ, ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ**

<i>Руководители: Д.И. Дубровский, А.М. Иваницкий, Д.В. Иванов</i>	<b>53</b>
ИНТЕНЦИОНАЛЬНОСТЬ СОЗНАНИЯ И ПРЕДЕЛЫ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ВЫЧИСЛИМОСТИ <i>П.Н. Барышников</i> .....	<b>53</b>
РАЦИОНАЛЬНОСТЬ И СПОСОБНОСТЬ К РЕФЛЕКСИИ <i>А.О. Григорьев</i> .....	<b>60</b>
ТЕЛЕСНОСТЬ, СОЗНАНИЕ И СРЕДА (К ВОПРОСУ О «ГИБРИДНЫХ ОБЪЕКТАХ» И «ИНТЕРНЕТЕ ВЕЩЕЙ») <i>А.Е. Конюховская</i> .....	<b>64</b>
ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЧУВСТВЕННО-ОБРАЗНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ИНТЕЛЛЕКТА <i>Н.В. Мальчукова</i> .....	<b>67</b>
ЭВОЛЮЦИЯ И ЭВОЛЮЦИОННЫЙ ТРАНСГУМАНИЗМ С ПОЗИЦИЙ ОБЩЕЙ СЕМИОТИКИ <i>А.Ю. Нестеров</i> .....	<b>69</b>
ПРОБЛЕМА СОЗДАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ИНТЕРФЕЙСОВ <i>М.В. Никитин, А.Э. Кречмер</i> .....	<b>75</b>
ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТРАТЕГИЙ РАЗВИТИЯ ИИ- ТЕХНОЛОГИЙ <i>С.В. Пирожкова</i> .....	<b>78</b>
НАТУРАЛИЗМ И АНТИНАТУРАЛИЗМ В ИЗУЧЕНИИ ПРОБЛЕМЫ СОЗНАНИЯ <i>Н.Н. Плужникова</i> .....	<b>82</b>
ТЕМПОРАЛЬНАЯ СТРУКТУРА СОЗНАНИЯ <i>А.А. Юрасов</i> .....	<b>86</b>
ИДЕИ НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КОНСТРУКТИВИЗМА В ТЕОРИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА <i>А.А. Янченко</i> .....	<b>88</b>

**Секция III.****ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ НОВЫХ НАПРАВЛЕНИЙ  
В РАЗВИТИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

<i>Руководители: И.В. Соловьев, В.А. Мордвинов, Н.И. Трифонов</i> .....	93
ПРИМЕНЕНИЕ ТРОИЧНОЙ СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО СЕТИ <i>Р.Д. Альзинов, С.А. Брызгалов</i> .....	93
ВНЕДРЕНИЕ МЕХАНИЗМОВ ОБУЧЕНИЯ В НЕЙРОСИМУЛЯТОР СПАЙКОВЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ NEST <i>Д.С. Власов, К.А. Кукин, И.А. Молошников, Р.Б. Рыбка, А.Г. Сбоев</i> .....	97
НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПОИСКОВЫХ СИСТЕМ <i>К.А. Воронин, В.А. Плотников</i> .....	101
АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ В GRID-СИСТЕМАХ <i>С.Е. Дробнов</i> .....	106
ИНТЕРАКТИВНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РУКОВОДСТВА — СРЕДСТВО ИНТЕГРАЦИИ ПРОЦЕССОВ И УЧАСТНИКОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ИЗДЕЛИЯ <i>Е.А. Калачева</i> .....	111
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В КОРПОРАТИВНОЙ СРЕДЕ ДЛЯ ОС ANDROID <i>М.С. Карягин</i> .....	117
МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА КЛАСТЕРИЗАЦИИ КАТЕГОРИЙНЫХ ДАННЫХ FUZZY C-MEANS <i>Д.Е. Кошкин</i> .....	121
ЭВРИСТИКА И ЭВРИСТИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ <i>Е.И. Кузичкина</i> .....	127
ИНВARIANTНОЕ МОДЕЛЬНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМОРИЗМА СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОЙ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ <i>А.А. Миронов</i> .....	130
ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИЭВРИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ СЛУЧАЙНОЙ ГЕНЕРАЦИИ ГРАФОВ ТУРНИРОВ С ЗАДАННОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬЮ ИСХОДЯЩИХ СТЕПЕНЕЙ <i>Е.Ф. Сайфуллина</i> .....	134
МЕТОД СИТУАЦИОННОГО АНАЛИЗА С ПОЗИЦИИ ТЕОРИИ СИСТЕМ <i>А.Б. Сорокин</i> .....	138
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАНДОМИЗИРОВАННОЙ ГЕНЕРАЦИИ ФУНКЦИЙ АЛГЕБРЫ ЛОГИКИ <i>Н.В. Софонова</i> .....	144
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БАЗ ДАННЫХ OBJECTDB И APACHE DERBY В РАМКАХ JAVA ЕЕ ПРИЛОЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ JPA <i>Д.И. Фильгус</i> .....	148