

European Researcher. 2012. Vol. (36). № 12-1, P. 2166–2170.

15. *Fikes R., Nilsson N.* STRIPS: a New Approach to the Application of Theorem Proving to Problem Solving // Artificial Intelligence. 1971. № 2. P. 189-208.

16. *Бестужева И.И., Руднев В.В.* Временные сети Петри. Классификация и сравнительный анализ // Автоматика и телемеханика. 1990. № 10. С. 3–31.

17. *Ozhereleva T.A.* Impact Analysis of Education Quality Factors // European Journal of Economic Studies. 2013. Vol. (5). № 3. P. 172–176.

18. *Цветков В.Я.* Информационные модели объектов, процессов и ситуаций // Дистанционное и виртуальное обучение. 2014. № 5. С. 4–11.

19. *Allen J. F., Ferguson G.* Actions and events in interval temporal logic // Journal of logic and computation. 1994. V. 4. № 5. Pp. 531-579.

20. *Цветков В.Я.* Использование оппозиционных переменных для анализа качества образовательных услуг // Современные наукоёмкие технологии. 2008. № 1. С. 62–64.

21. *Tsvetkov V. Ya.* Opposition Variables as a Tool of Qualitative Analysis // World Applied Sciences Journal. 2014. № 30 (11). Pp. 1703–1706.

22. *Van Beek P., Manchak D. W.* The Design and Experimental Analysis of Algorithms for Temporal Reasoning // Journal of Artificial Intelligence Research. 1996. № 4. P. 1–18.

### **Methodology temporal analysis of information systems**

*Tat'yana Vasil'evna Baranyuk, undergraduate, Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation MIREA.*

*This article describes the temporal analysis of information systems using information models. Article offers procedural information models that describe the processes. The technique is based on the interdisciplinary transfer of knowledge from the field of artificial intelligence in the field of information systems. For the construction of information models used temporal logic. This approach allows us not only to describe the processes, but also to calculate the area of truth for the temporal characteristics. Information system changes its status as a set of situations and scenarios. Therefore, the technique uses a simple matching algorithm limits for the issuance of more complex tasks. This task involves finding the matching script behavior information system.*

*Keywords: information, information systems, information models. procedural models, the logical conclusion, temporal logic, satisfaction constraints, satisfaction scenarios.*

УДК 004.8

## **МУЛЬТИАГЕНТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ**

*Беззубова Юлия Олеговна, магистрант*

*E-mail: yul8290629@yandex.ru*

*Московский государственный технический университет радиотехники,  
электроники и автоматики  
<https://www.mirea.ru>*

*Статья описывает мультиагентное управление распределенными информационными потоками, как нового универсального метода управления. Описаны особенности распределенных информационных систем. Показаны особенности агентных систем. Введено понятие информационного агента. Статья показывает, что мультиагентная система строится как система агентов, осуществляющих информационное взаимодействие. выделены синтагматические, парадигматические, иерархические и субсидиарные связи в мультиагентной системе. дано формализованное выражение мультиагентной технологии моделирования информационных потоков. Показаны преимущества, обусловленные созданием и применением мультиагентных систем.*

*Ключевые слова: информация, информационные системы, распределенные информационные системы, агент, многоагентная система, управление, информационные потоки.*

### Введение

Применение мультисистемных систем завоевывает все большее признание и применение в разных областях [1, 2, 3]. Агент управления потоками (WMA - workflow management agent) осуществляет поддержание правильного функционирования и обслуживания информационных распределенных систем. Концепция WMA основана на базовых принципах управления открытыми системами [4, 5]. В концепции WMA все информационные и логические распределенные ресурсы расцениваются как управляемые объекты. Логическое описание ресурсов поддерживается с помощью информационных моделей, отображающей свойства ресурсов с точки зрения управления. Управление распределенной информационной системой (РИС) [6] является распределенным процессом и осуществляется по схеме «менеджер-агент». Частным случаем такой системы является сеть [7]. Информационный менеджер (ИМ) представляет собой часть управляющих программ распределенного процесса, которая направляет команды на выполнение операций управления и получает уведомления. Агент - это часть программ распределенного процесса, которая непосредственно управляет соответствующими объектами, выступая в роли посредника между менеджером и управляемым коммуникационным оборудованием [8]. Для упрощения управления и разграничения полномочий между различными участниками процесса управления в WMA принята логическая многоуровневая архитектура. В мультисистемных ИС [9] задачи управления информационными ресурсами должны решаться на агентной основе с учетом концепции WMA.

**Особенности распределённой системы.** На сегодняшний момент существует большое количество определений понятия «распределённая система» [10]. Наиболее полное определение предложил AS Tanenbaum [11]: «Распределенная система (РС) – это набор независимых компьютеров, который воспринимается его пользователями как единственная последовательная система.» Другое определение предложено в работе [12]: Распределенными системами называются программно-аппаратные системы, в которых исполнение операций (действий, вычислений), необходимых для обеспечения целевой функциональности системы, распределено (физически или логически) между разными исполнителями. В вычислительной сфере под РС в нашем исследовании будем понимать программно-аппаратную систему, созданную для конкретного практического применения, функционал которой распределён на различных узлах.



**Ю.О. Безгубова**

Классифицировать распределённые системы можно по различным признакам: по количеству элементов в системе, по уровню организации распределённых систем, по типу предоставляемых ресурсов, а также ряду других признаков. По типу предоставляемых ресурсов различают:

- распределённые вычислительные системы (Computational Grid)
- распределённые информационные системы (Data Grid)
- семантический Грид (Semantic Grid)

Основная характеристика вычислительных систем (Computational Grid) заключается в том, что в качестве основного ресурса предоставляется вычислительная мощность всей системы. Основное направление развития систем подобного типа заключается в наращивании вычислительных мощностей системы, посредством увеличения числа вычислительных узлов. Примером распределённых вычислительных

систем являются кластеры.

Распределённые информационные системы (Data Grid) предоставляют вычислительные ресурсы для обработки больших объёмов данных, для задач не требующих больших вычислительных ресурсов. Семантический Грид предоставляет не только отдельные вычислительные мощности (базы данных, сервисы), но и совокупность вычислительных систем и информационных систем, для каждой конкретной предметной области [10].

По количеству элементов в системе [13] различают распределённые системы: кластер, распределённая система корпоративного уровня, глобальная система. Распределённая система является кластером, если общее количество элементов не превышает несколько десятков. Распределённая система корпоративного уровня содержит в своём составе уже сотни, а в некоторых случаях, и тысячи элементов. Глобальной системой называется распределённая система с количеством элементов, входящим в её состав, более 1000. При этом, зачастую, элементы таких систем глобально распределены. Примером глобальной распределённой сети является Интернет, где в качестве предоставляемого ресурса является информационное поле [14].

**Мультиагентные системы.** Под информационным агентом понимается информационная конструкция [15], которая может воспринимать внешний мир и воздействовать на него. Информационный агент имеет следующие характеристики:

*автономность* - агент является самоуправляющимся объектом;

*реактивность* - способность реагировать на изменения во внешней среде;

*целенаправленность* - поведение агента подчинено определенной цели;

*коммуникативность* - способность общаться с другими агентами.

Программные агенты - *информационные конструкции*, существующие только в программной среде. Они выполняются асинхронно в соответствии с предписанной целью, располагают индивидуальной моделью внешнего мира, которую строят на основе поступающей информации, и способны адаптироваться к изменениям в окружении благодаря обучению. Агенты можно рассматривать как элементы сложной системы

*Мультиагентная система* (МАС) строится как система агентов, которые могут осуществлять информационное взаимодействие друг с другом с помощью некоторого языка ACL (Agent Communication Language). Агенты объединяются в системы для совместных действий и для повышения эффективности включая синергетический эффект.

*Архитектура* МАС определяет метод взаимодействия агентов в системе. Возможные типы взаимодействия определяются конструкцией связей. Можно выделить двухзвенные и многозвенные следующие связи:

*синтагматический* - связи между равноправными агентами (двухзвенные);

*парадигматические* - связи подчинения (двухзвенные);

*иерархические* - согласованное действие агентов, подчиняющихся вышестоящему агенту-координатору (многозвенные);

*субсидиарные* - согласованное действие агентов, получающих полномочия от центра управления (многозвенные).

Организационная структура МАС определяется ролевыми функциями агентов и нормами их взаимодействия. Минимальному набору функций, необходимых для построения МАС, отвечают следующие типы агентов:

агенты-исполнители и агенты-менеджеры - первые подчиняются вторым;

агенты-координаторы, ответственные за организацию взаимодействия агентов;

интерфейсные агенты, служащие для связи с внешней средой;

канальные агенты, обеспечивающие обмен информацией в системе.

Агенты можно классифицировать по степени развития внутреннего представления внешнего мира и способу реализации поведения. Исходя из этого, выделяют два типа агентов - реактивные и интеллектуальные.

*Реактивные* агенты имеют примитивную внутреннюю модель внешнего мира. Для них характерно использование концепции состояния и простейших механизмов поведения типа «стимул – реакция». Они применяются в автоматных моделях.

*Интеллектуальные* агенты (ИА) отличаются от реактивных агентов наличием у них встроеной *базы знаний* и развитого *механизма планирования действий*. В наибольшей степени разумные свойства присущи делиберативным агентам (ДА) [16], которые обладают символьной моделью внешнего мира и способны принимать решения на основе символьных рассуждений. Однако, существующий уровень развития теории и технологии проектирования ДА далек от сферы практических применений. Альтернативный путь интеллектуализации агентов может базироваться на основе ситуационной методологии и принципах вычислительного интеллекта.

Ментальные свойства агента выражают следующие категории:

*ощущения* (perceptions) - восприятие обстановки;

*убеждения* (beliefs) - правдоподобная часть знаний агента о внешней среде;

*цели* (goals) - желаемый результат воздействий на объект;

*намерения* (intentions) - план действий.

Мультиагентная технология моделирования информационных потоков базируется на методике  $WF_{MA}$  описания потока в виде интеллектуального агента:

$$WF_{MA} = \langle G, B, A, P, C \rangle,$$

где  $G$  – цели деятельности агента;  $B$  – убеждения агента (агентное видение внешней среды);  $A$  – действия (алгоритм поведения) агента;  $P$  – знания агента на основе восприятия;  $C$  – механизм коммуникаций (взаимодействия) агента с другими агентами. Агенты взаимодействуют со средой (Миром), которая представляется в виде имитационной модели объекта моделирования.

Агент воспринимает окружающий мир ограничено, поэтому ему недоступна полная информация о глобальном состоянии. Это обусловлено тем, что модель полной картины мира [17] для любого агента является неполной. Агент моделирует информационные ситуации, но также ограничено, в рамках его перцептивного восприятия. Ситуации идентифицируются или моделируются на основе перцепции и отражают знания агента о внешней среде. Поэтому более правильно говорить о восприятии внешней среды, которая является подмножеством внешнего мира.

Функционирование ИА включает выполнение следующей последовательности действий: восприятие, моделирование внешней среды, моделирование информационной ситуации, анализ ситуаций, планирование действий, исполнение плана.

Разработка ментальной структуры агента базируется на когнитивных моделях и методах [18], которые должны обеспечивать работу со слабо структурированной информацией и знаниями, а также реализовывать процессы адаптации (самонастройки, самообучения и самоорганизации). Для этого применяют инструменты конвенционного и вычислительного ИИ [19]: методы машинного самообучения, основанные на формализме и статистическом анализе; рассуждения на основе прецедентов [20] (Case-Based Reasoning); байесовские сети доверия; нейросетевые алгоритмы; нечеткую логику; эволюционные вычисления.

**Онтологическая поддержка.** Для эффективности информационного взаимодействия [21] агенты должны располагать общими онтологическими знаниями. *Онтология* - это эксплицитная спецификация концептуализации предметной области [22]. Онтологии различаются по уровням. Они включают операторы, определяющие понятия, связи и ограничения. Они аналогичны схемам баз данных или объектно-

ориентированным диаграммам классов.

Онтологии включают следующие компоненты: *концепты* (понятия, классы); *свойства* концептов (атрибуты, роли); *отношения* между концептами; *ограничения*, которые определяются аксиомами. Посредством онтологий можно описывать не только предметную область, но и задавать ее функционирование, т.е. логику поведения системы агентов.

**Ситуационная модель планирования информационных потоков.** Простейшая ситуационная модель [23] является статической и строится на основе продукции «ситуация – действие». Для планирования информационных потоков необходима динамическая ситуационная модель, дополненная событийным механизмом описания изменений внешней среды [24]. Дадим общее описание такой модели. Введем обозначения:

$S$  - множество контролируемых ситуаций внешней среды;

$E$  - множество событий, происходящих во внешней среде;

$A$  - множество действий агента.

Взаимодействие агента с внешней средой описывается уравнениями:

$$s(t+1) = \lambda(s(t), e(t), a(t)) \quad (1)$$

$$a(t) = \delta(s(t)), \quad (2)$$

где  $s \in S$  - ситуация,  $e \in E$  - событие,  $a \in A$  - действие;  $\lambda : S \times E \times A \rightarrow S$ ,  $\delta : S \rightarrow A$ .

Процессы (1), (2) протекают во времени  $t \in \{0, 1, 2, \dots, t_F\}$  и определяется следующими факторами:

1) начальной ситуацией -  $s(0)$ ;

2) происходящими событиями -  $e(0), e(1), e(2), \dots$

3) действиями агента -  $a(0), a(1), a(2), \dots$

Цель действий агента можно выразить некоторым предикатом:

$$G(s(t_F)). \quad (3)$$

Однако, данному условию могут отвечать различные ситуации, вследствие чего необходимо также учитывать эффективность конечного результата посредством некоторого критерия  $F : S \rightarrow \mathbf{R} = (-\infty, \infty)$ . Тогда наряду с терминальным требованием (3) действия агента можно подчинить требованию оптимальности

$$F(s(t_F)) \rightarrow \text{extr}. \quad (4)$$

Модель (1)-(4) можно представить *ситуационной сетью*, узлы которой представляют ситуации или состояния ситуации, а дуги графа отражают смену ситуаций или состояний. Планирование действий агента основано на анализе возможных сценариев будущего развития ситуаций или состояний. Если выбрать горизонт планирования равный  $T$  шагам, то  $T$ -шаговая итерация уравнения (1) дает схему прогноза ситуаций (состояний):

$$s(t+T | t) = \Phi(T, s(t), v, u).$$

Здесь  $s(t+T | t)$  - прогноз ситуации в момент времени  $t$  на  $T$  шагов вперед,  $u$  и  $v$  - цепочки возможных действий и событий на интервале  $[t, t+T)$ :

$$u = \{\tilde{a}(t), \tilde{a}(t+1), \dots, \tilde{a}(t+T-1)\}, \dots v = \{\tilde{e}(t), \tilde{e}(t+1), \dots, \tilde{e}(t+T-1)\}, \quad (5)$$

$$\tilde{a}(\theta) \in A, \tilde{e}(\theta) \in E \quad (t < \theta < t+T-1).$$

Планирование основано на анализе сценариев развития ситуаций на интервале планирования, формируемых варьируемыми процессами (5).

**Заключение.** Предложенная схема дает возможность анализировать и прогнозировать информационные потоки в распределенной информационной системе. Мультиагентная технология предназначена для проведения на ЭВМ моделирования и

анализа информационных потоков, связанных с передачей информации. Особенностью технологии является ее адаптивность и абстрактность. Это дает возможность ее модификации и модернизации. В свою очередь эти свойства увеличивают жизненный цикл мультиагентной системы в сравнении с обычными системами.

### Литература

1. Скобелев П. О. Открытые мультиагентные системы для оперативной обработки информации в процессах принятия решений // Автометрия. 2002. Т. 38. № 6. С. 45.
2. Белоусова А. И. и др. Подход к формированию многоуровневой модели мультиагентной системы с использованием миваров // Перспективы науки. 2011. № 20. С. 57–61.
3. Евгеньев Г. Б. Мультиагентные системы компьютерной инженерной деятельности // Информационные технологии. 2000. № 4. С. 2–7.
4. Поляков А.А., Цветков В.Я. Прикладная информатика: учебно-методическое пособие: В 2-х частях: Часть.2 / под общ.ред. А.Н. Тихонова. М.: МАКС Пресс. 2008. 860 с.
5. Сухомлин В. А. Методологический базис открытых систем // Открытые системы. 1996. Т. 4. С. 12.
6. Цветков В.Я. Базы данных. Эксплуатация информационных систем с распределенными базами данных: учебное пособие. М.: Московский государственный университет геодезии и картографии, 2007. 88 с.
7. Жижимов О. Л., Мазов Н. А. Принципы построения распределенных информационных систем на основе протокола Z39. 50: проекты и решения. 2004.
8. Бахтизин А. Р. Агент-ориентированные модели экономики. М.: Экономика, 2008.
9. Маслобоев А. В. Мультиагентная технология информационной поддержки инновационной деятельности в регионе // Прикладные проблемы управления макросистемами.– Апатиты: КНЦ РАН, 2008. С. 42–43.
10. Цветков В.Я., Алпатов А.Н. Проблемы распределённых систем // Перспективы науки и образования. 2014. № 6. С. 31–36.
11. Tanenbaum A., Van Steen M. Distributed systems. Pearson Prentice Hall, 2007.
12. И.Б. Бурдонов, А.С. Косачев, В.Н. Пономаренко, В.З. Шнитман. Обзор подходов к верификации распределенных систем. М.: Российская Академия Наук. Институт системного программирования (ИСП РАН), 2003. 51 с.
13. Родин А.В., Бурицев В.Л. Параллельные или распределенные вычислительные системы? // Труды Научной сессии МИФИ-2006. Т. 12. Информатика и процессы управления. Компьютерные системы и технологии. С. 149–151.
14. Tsvetkov V.Ya. Information field // Life Science Journal. 2014. № 11 (5). Pp. 551–554
15. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design. 2014. Vol. (5). № 3. Pp. 147–152.
16. Парасюк И. Н., Ершов С. В. Моделе-ориентированная архитектура нечетких мультиагентных систем // Компьютерная математика. 2010. № 2. С. 62–74.
17. Tsvetkov V. Ya. Worldview Model as the Result of Education // World Applied Sciences Journal. 2014. № 31 (2). Pp. 211–215.
18. Tsvetkov V.Ya. Cognitive information models. // Life Science Journal -2014; -11(4). - pp468-471
19. Васильева Т. Н., Мамонова Т. Е. Применение методов искусственного интеллекта // XII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск, 2014. С. 402–403.
20. Варшавский П. Р., Еремеев А. П. Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений. 2009. № 2. С. 45–57.
21. Tsvetkov V. Ya. Information interaction // European Researcher. 2013. Vol. (62). № 11-1. Pp. 2573–2577.
22. Клещев А. С., Артемьева И. Л. Математические модели онтологий предметных областей. Часть 1. Существующие подходы к определению понятия «онтология» // Научно-техническая информация. Серия 2. 2001. № 2. С. 20–27.
23. Клыков Ю. И. Ситуационная модель управления большой системой // Изв. АН СССР, Техническая кибернетика. 1970. № 6.

24. Цветков В.Я., Алматов А. Н. Управление распределенными транспортными потоками // Государственный советник. 2014. № 3. С. 55–60.

**Multi-agent control distributed information flows**

*Julia Olegovna Bezgubova, undergraduate, Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Technical University of Radio Engineering, Electronics and Automation MIREA.*

*This article describes the multiagent management of distributed information flows as a new universal control method. This article describes the features of distributed information systems. Article explains the features of agent-based systems. Article introduces the concept of an information agent. Article shows that the multi-agent system is constructed as a system of agents engaged in information interaction. Article shows syntagmatic, paradigmatic, hierarchical and subsidiarity in connection multiagent system. Article provides a formalized expression of the multi-technology modeling of information flows. Article shows the advantages arising from the development and application of systems multagent*

*Keywords: information, information systems, distributed information systems, agent, multi-agent system, management, information flows.*

УДК 004.8

**ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОРРУПЦИИ**

*Петр Владимирович Домашук, магистрант*

*E-mail: demshuk@mail.ru*

*Московский государственный технический университет радиотехники,  
электроники и автоматики*

*<https://www.mirea.ru>*

*Статья анализирует феномен коррупции с использованием информационного подхода. Подход состоит в формировании дескриптивных информационных моделей для описания признаков и механизмов коррупции. В основу исследования положены концепции информационной ситуации и информационного взаимодействия как моделей реальных процессов. статья анализирует разные направления исследования коррупции. связанные с моделированием. В качестве основы анализа используется триада principal – agent – model. В отдельных ситуациях она подвергается декомпозиции*

*Ключевые слова: управление, информация, коррупция, информационные модели, дескриптивные модели, информационная ситуация, информационное взаимодействие.*

**Введение**



**П.В. Домашук**

Одним из основных факторов, препятствующих развитию современной России, является коррупция. Это явление затрагивает все сферы экономической и общественно-политической деятельности. Характерной чертой коррупции в России стал ее масштаб. Реализация объявленного руководством страны курса, направленного на поиск новых источников роста экономики и формирование комфортной предпринимательской среды, находится под угрозой из-за влияния коррупции. Отечественными и зарубежными специалистами ежегодно предпринимаются попытки количественной оценки масштабов феномена и его последствий.