

СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ИНФОРМАТИКИ

Выпуск 21 № 2 Год 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Методологический подход к управлению качеством информации в сложных инфокоммуникационных проектах А. А. Зацаринный, А. П. Шабанов	3
Некоторые методические подходы к оценке надежности элементов информационно-телекоммуникационных сетей А. А. Зацаринный, А. И. Гаранин, С. В. Козлов	21
Методические подходы к информационному обследованию объектов автоматизации федеральных органов исполнительной власти А. А. Зацаринный, С. В. Козлов, Р. В. Татаринцев	34
Об использовании сети общего пользования в корпоративной мультисервисной телекоммуникационной сети связи С. А. Денисов, Ю. С. Ионенков, В. А. Кондрашев	51
Распределенные информационные системы на базе сетей связи с низкой пропускной способностью каналов Н. А. Грушо	65
Новые особенности самораспространяющихся вредоносных программ М. В. Левыкин	69
Аспекты пространственной согласованности географической информационной системы С. К. Дулин, И. Н. Розенберг, В. И. Уманский	73
Методы устранения неопределенностей блока лексико-морфологического анализа при извлечении знаний из текстов естественного языка Н. В. Сомин, И. П. Кузнецов, В. Г. Николаев, Н. С. Соловьева, А. Г. Мацкевич	97
Семантические методы извлечения имплицитной информации И. П. Кузнецов	116
Подходы к лексико-семантическому моделированию и лингвистические ресурсы информационных систем О. С. Кожунова	139

СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ИНФОРМАТИКИ

Выпуск 21 № 2 Год 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Формализация представления биографических данных: рабочее поле биографического исследования Н. А. Маркова	162
Подходы к разработке технологии автоматизированного картографического представления индикаторов в системах мониторинга Д. А. Никишин	171
Модель импакт-фактора в системе правового регулирования деятельности научных организаций Г. В. Лукьянов	188
О необходимости и возможности единого определения информации И. Гуревич	194
От системы обмена данными к информационно-телекоммуникационным сетям и ситуационным центрам (К 60-летию заместителя директора ИПИ РАН по научной работе А. А. Зацаринного) С. В. Козлов, В. Н. Захаров, В. Е. Хохлов	211
Abstracts	219
Об авторах	225
About Authors	227
Авторский указатель за 2011 г.	229
2011 Author Index	232

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ ИНФОРМАЦИИ В СЛОЖНЫХ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ ПРОЕКТАХ

А. А. Зацаринный¹, А. П. Шабанов²

Аннотация: Рассматривается методологический подход к управлению качеством информации, которая передается, обрабатывается и размещается в информационно-телекоммуникационной системе (ИТС). Исходными данными являются требования бизнеса к своевременности доставки информации и предоставления информационно-телекоммуникационных (ИТ) услуг. Приводится описание логической организации методологии и основных ее компонентов.

Ключевые слова: управление проектом; организационная структура; информационно-телекоммуникационная система; своевременность; качество; информация

1 Введение

В комплексе мер по обеспечению технологического обновления производственной сферы страны ИТС являются материальной основой для ведения управленческой деятельности. С помощью ИТС передается и обрабатывается информация, необходимая для управления ведомствами, муниципальными учреждениями, социальными и производственными объединениями, другими организационными структурами. Своевременное и достоверное обеспечение информацией руководства предприятия, менеджеров и специалистов обеспечивает конкурентные преимущества этого предприятия. Оценка качества информации производится с помощью показателей своевременности и надежности ее представления, достоверности, конфиденциальности и защищенности от опасных программно-технических воздействий [1]. Существует прямая связь между качеством информации и показателями, которые используются для оценки ИТС как сложной организационно-технической системы: устойчивостью, пропускной способностью, вероятностно-временными характеристиками доставки информации, безопасностью, качеством обслуживания. С другой стороны, существует прямая связь между перечисленными выше показателями ИТС и стоимостью ее ресурсов. Чем выше требования, предъявляемые к качеству информации, тем

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, azatsarinny@ipiran.ru

²Институт проблем информатики Российской академии наук, apshabanov@mail.ru

значительнее должны быть инвестиции: на закупку аппаратных средств, лицензий на использование программ и/или их разработку; на аренду и строительство каналов связи; на техническую поддержку и аудит ИТС в ходе ее целевого применения. Поэтому существует необходимость на стадиях замысла и разработки — в обосновании требований к качеству информации, которая должна передаваться и обрабатываться в ИТС; на стадии применения — в поддержании показателей информационных, вычислительных, транспортных и людских ресурсов ИТС в диапазонах значений, удовлетворяющих этим требованиям. Такой подход позволит оптимизировать стоимость строительства системы исходя из обеспечения заданного качества информации, которая должна передаваться, обрабатываться и храниться в ней.

Приведенные обстоятельства обуславливают государственное значение и актуальность научной *проблемы*, заключающейся в разработке методологического подхода к управлению сложными инфокоммуникационными проектами на основе определения и поддержания показателей качества информации на всех стадиях жизненного цикла ИТС.

2 Некоторые особенности современного этапа развития социально-экономических отношений

Исследования, проведенные в рамках решения указанной выше проблемы, базируются на использовании опыта и на теоретических результатах в области информатики и управления сложными техническими и социальными системами [1–5]. Вместе с тем, известные работы не позволяют учесть в полной мере ряд принципиально новых требований и специфических особенностей, связанных с управлением сложными проектами в условиях современных развивающихся социально-экономических отношений. В качестве основных, влияющих на качество информации, из числа таких особенностей и требований можно назвать:

1. *Ускорение качественных и количественных изменений* в структуре государственной и коммерческой деятельности: изменяются требования к специализации, квалификации и численности людских ресурсов, к объему и составу предоставляемых предприятиями товаров. Данными требованиями обусловлено и появление требований: к образованию новых ИТ услуг, к изменению номенклатуры и уровня доступности уже существующих ИТ услуг, к контролю над их качеством, с целью поддержания на требуемом уровне деятельности предприятий, поддерживаемой этими услугами. Следствием такой особенности является появление нового вида управленческой деятельности — *управление информационно-телекоммуникационными услугами* [6].
2. *Сложность организационных структур*, осуществляющих государственную и коммерческую деятельность: слияния и поглощения предприятий; распре-

деление производственных и торговых мощностей по дочерним предприятиям; возникновение разнообразных структур — посредников в продвижении на рынке товаров. Эта особенность обусловила и организационные изменения при управлении инфокоммуникационными проектами. Так, управление сложными проектами в настоящее время невозможно без совместных усилий кооперации предприятий: исполнителей работ; пользователей системы, предприятий, осуществляющих техническую поддержку, аудит и экспертизу системно-технических решений на соответствие заданным требованиям; разработчиков и провайдеров аппаратных и программных изделий, входящих в состав системы. Следствием данной особенности является появление нового класса *специализированных программных продуктов*, предназначенных для учетно-контрольной деятельности в области информационных технологий и созданных на основе инновационных системно-технических решений (см., например, [7, 8]).

3. *Необходимость в формализации информации.* Информация обо всех критичных для деятельности предприятий сущностях должна быть структурирована, поддерживаться в актуальном состоянии и быть доступной субъектам организационных структур в любое время. Информация о номенклатуре и параметрах используемых технических и программных средств, о требованиях и предпочтениях субъектов организационных структур и о других сущностях должна быть представлена в виде данных и размещена в базах данных, предназначенных для этих структур. Следствием данной особенности является *возрастание значения информационных ресурсов* — документов и массивов документов, размещаемых и перемещаемых в базовой для организационных структур субстанции — ИТС.

3 Анализ потоков информации, циркулирующих в информационно-телекоммуникационных системах

В настоящее время основные потоки информации, циркулирующие в ИТС, можно классифицировать следующим образом:

1. Информация, которую вырабатывают, передают, принимают и обрабатывают субъекты организационных бизнес структур с помощью прикладных программ. Источники и приемники данной информации — субъекты — находятся *вне контура управления ИТС*. Для такой информации в ИТС организуют «*информационные тракты*», формируют информационные ресурсы — «*информационные базы данных*».
2. Информация, которую вырабатывают и передают датчики (контроллеры), принимают и обрабатывают автоматические системы контроля и управления и/или субъекты технологических и ситуационных бизнес центров предпри-

ятий. Источники и приемники данной информации — субъекты и автоматизированные системы — находятся *вне контура управления ИТС*. Для такой информации в ИТС организуют *«технологические тракты»*, формируют информационные ресурсы — *«технологические базы данных»*.

В то же время, рассмотренные выше специфические особенности, связанные с управлением сложными проектами в условиях современных развивающихся социально-экономических отношений, обусловили возникновение в ИТС значительных потоков служебной информации. Это, прежде всего, информация, предназначенная для поддержки учетно-контрольных функций; функций аудита (мониторинга) вычислительных, информационных, программных и транспортных ресурсов ИТС; функций управления деятельностью подразделений информатизации на основе управления ИТ услугами. В связи с этим, потоки служебной информации, циркулирующие в ИТС, можно классифицировать следующим образом:

3. Информация, которую вырабатывают, передают, принимают и обрабатывают субъекты организационных структур, осуществляющих сопровождение (эксплуатацию) ИТС в оперативном контуре управления и при стратегическом планировании. Источники и приемники данной информации — субъекты — находятся *в контуре управления ИТС*. Для такой информации в ИТС организуют *«управляющие тракты»*, формируют информационные ресурсы — *«управляющую базу данных»*.
4. Информация, которую вырабатывают и передают датчики (программы-сканеры), принимают и обрабатывают автоматические системы контроля и управления и/или субъекты — операторы, диспетчеры, специалисты организационных структур, осуществляющих сопровождение (эксплуатацию) ИТС. Источники и приемники данной информации — субъекты и автоматизированные системы — находятся *в контуре управления ИТС*. Для такой информации в ИТС организуют *«учетно-контрольные тракты»*, формируют информационные ресурсы — *«учетно-контрольную базу данных»*.

Приведенный выше анализ потоков информации, циркулирующих в ИТС, позволил определить место методологии управления качеством информации среди процессов управления инфокоммуникационным проектом. Это место иллюстрирует рис. 1, при этом двуединой задачей методологии является методологическое обеспечение управления качеством информации на основе управления производительностью ресурсов ИТС и предоставлением ИТ услуг. Оценка качества информации производится с использованием требований бизнеса к своевременности представления информации, при этом показатели ИТС, используемые для оценки надежности представления информации, достоверности, конфиденциальности и защищенности от опасных программно-технических воздействий, принимаются заданными. Организационно методология управления качеством



Рис. 1 Область применения методологии

информации построена на принципах системного подхода при проектировании, внедрении и развитии современных корпоративных сетей [9]. Количественная оценка качества информации производится в соответствии с положениями теории контроля сложных динамических систем [10].

4 Логическая организация методологии

На рис. 2 приведена структурная схема логической организации методологии управления качеством информации. На схеме показаны существующие причинно-следственные связи между требованиями бизнеса, процессами управления ($F1, F2, F3$) и задачами процессов в их привязке к стадиям жизненного цикла ИТС.

Основными требованиями бизнеса, принимаемыми в методологии как исходные данные, являются: (1) вероятностно-временные показатели предоставления информации в информационных трактах ИТС; (2) вероятностно-временные показатели предоставления информации в технологических трактах ИТС; (3) вероятностно-временные показатели предоставления ИТ услуг подразделением информатизации.

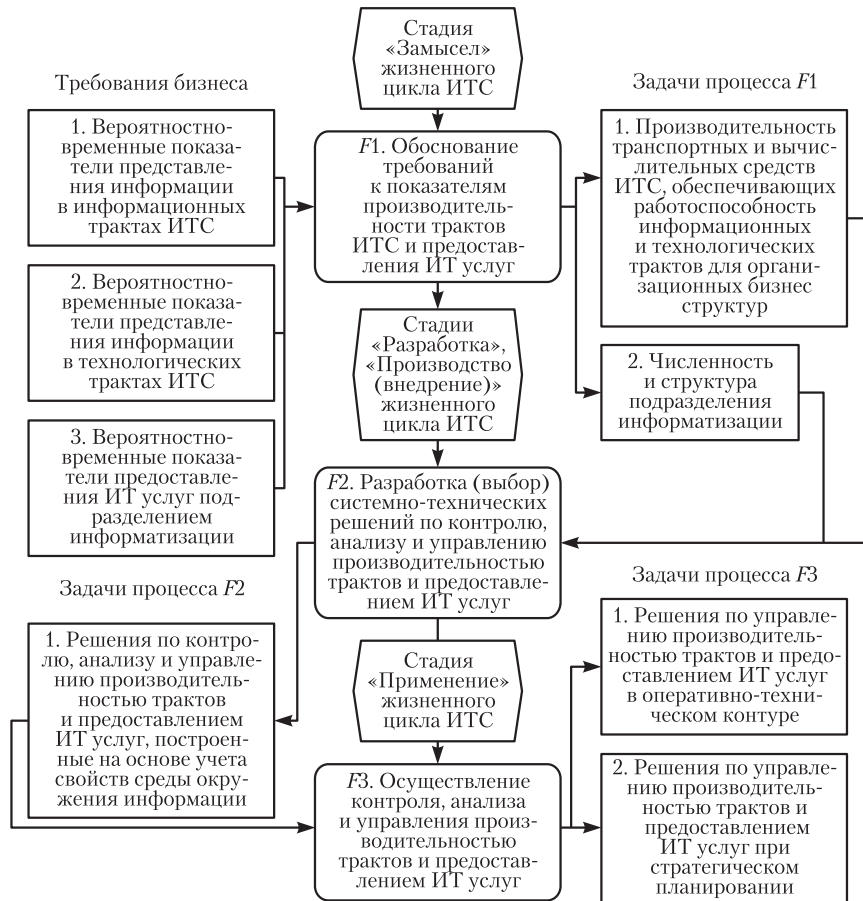


Рис. 2 Логическая организация методологии

Основными процессами методологии являются:

Процесс F1 — «Обоснование требований к показателям производительности трактов ИТС и предоставления ИТ услуг».

Процесс F2 — «Разработка (выбор) системно-технических решений по контролю, анализу и управлению производительностью трактов и предоставлением ИТ услуг».

Процесс F3 — «Осуществление контроля, анализа и управления производительностью трактов и предоставлением ИТ услуг».

Задачами процесса F1 являются: (1) определение производительности транспортных и вычислительных средств ИТС, обеспечивающих работоспособность

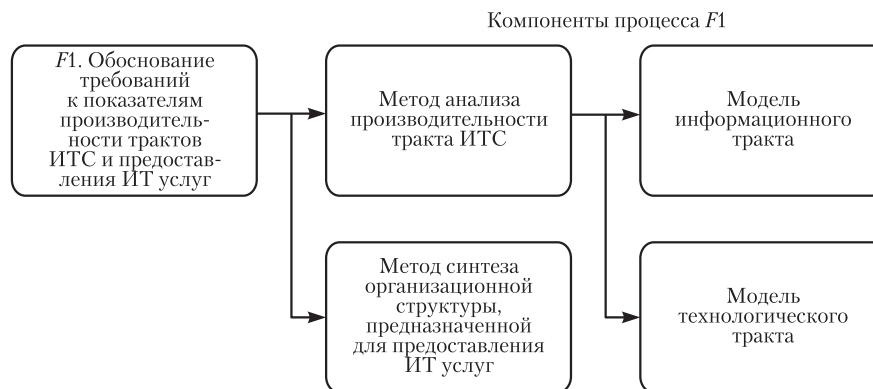


Рис. 3 Компоненты процесса F1

информационных и технологических трактов для организационных бизнес структур; (2) определение численности и структуры подразделения информатизации. Процесс реализуется на стадии замысла жизненного цикла ИТС. Основными компонентами процесса F1 являются (рис. 3):

- метод анализа производительности тракта ИТС, в котором используются: *Модель информационного тракта* и *Модель технологического тракта*;
- метод синтеза организационной структуры, предназначенной для предоставления услуг массового характера, в том числе ИТ услуг.

Задачей процесса F2 является определение решений по контролю, анализу и управлению производительностью трактов и предоставлением ИТ услуг, основанных на учете свойств среды окружения информации. Процесс реализуется на стадиях разработки и производства (внедрения) жизненного цикла ИТС. Компоненты процесса F2 приведены на рис. 4. Основным компонентом процесса F2 является *Анализ инновационных решений*. Данный компонент, в свою очередь, включает в себя компоненты, относящиеся к учету среды окружения информации, передаваемой, обрабатываемой, размещаемой в ИТС. Например, приведенные на рис. 4, учитывают следующие условия среды окружения информации:

- «Предоставление ИТ услуг пользователям, осуществляющим деятельность в подвижных объектах»;
- «Предоставление ИТ услуг по многоканальным цифровым системам связи»;
- «Предоставление ИТ услуг по телефонным абонентским 2-проводным линиям».

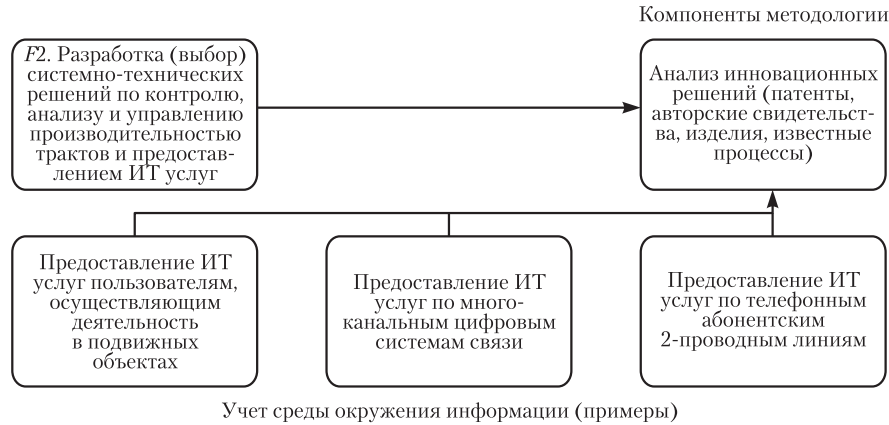


Рис. 4 Компоненты процесса F2

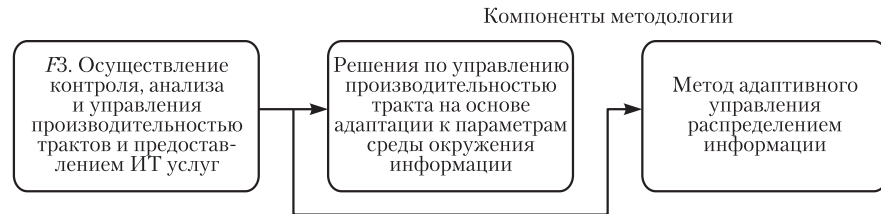


Рис. 5 Компоненты процесса F3

Задачами процесса F3 являются: (1) принятие решений по управлению производительностью трактов и предоставлением ИТ услуг в оперативно-техническом контуре; (2) принятие решений по управлению производительностью трактов и предоставлением ИТ услуг при стратегическом планировании. Процесс реализуется на стадии применения жизненного цикла ИТС. Основные компоненты процесса F3 приведены на рис. 5. Этими компонентами являются:

- «Решения по управлению производительностью тракта, построенные на основе адаптации к параметрам среды окружения информации». Данные решения определяются при реализации процесса F2;
- «Метод адаптивного управления распределением информации».

5 Описание компонентов методологии

Определение компонентов для методологии управления качеством информации производилось путем проведения теоретических изысканий в части мо-

делирования трактов ИТС и методических выкладок; патентных исследований способов, систем и устройств в исследуемой области; практических разработок в части требуемых для методологии системно-технических решений. Каждый компонент методологии представляет собой результат самостоятельного исследования, однако рамки статьи не позволяют изложить эти результаты в достаточно полном формате. В связи с этим, в статье приводятся наиболее важные для понимания методологии как единого механизма положения отдельных компонентов, а также приводятся ссылки на опубликованные работы, в которых данные компоненты раскрыты.

Метод анализа производительности тракта ИТС. Данный метод включает в себя одноименную методику и модели тракта (см. рис. 3). Используются следующие обозначения и определения:

- $T_{\text{доп}}$ — максимально допустимое время доставки сообщения, с;
- $P_{\text{доп}}$ — минимально допустимая вероятность неперевышения $T_{\text{доп}}$;
- $W_{\text{доп}}$ — производительность тракта, Кбайт/с;
- P_j — вероятность того, что поступившее в тракт сообщение, застанет в нем j требований, где $j = 0, 1, 2, \dots$;
- $J_{\text{доп}}$ — допустимое число сообщений в тракте, при котором выполняется требование к вероятности $P_{\text{доп}}$ неперевышения времени $T_{\text{доп}}$;
- $T_{\text{обсл}}$ — временной интервал обслуживания (ВИО) одного сообщения;
- $K_{\text{обсл}}$ — объем передаваемого в тракт сообщения; для технологических трактов это постоянная величина; для информационных трактов используется среднее значение;
- $T_{\text{пост}}$ — период поступления в технологический тракт сообщений из каждого датчика (контроллера) информации;
- N — число датчиков, подключенных к тракту;
- $P_N^k(j)$ — вероятность того, что к моменту поступления k -го ($1 \leq k \leq N$) по порядку в периоде $T_{\text{пост}}$ сообщения в тракте находится j ($0 \leq j \leq k - 1$) сообщений при известном числе N источников (датчиков) информации; при этом соблюдаются условия:

$$\sum_{j=0}^{k-1} P_N^k(j) = 1;$$

$$P_j = P_N(j) = \frac{1}{N} \sum_{k=j+1}^N P_N^k(j); \quad (1)$$

$$\sum_{j=0}^{N-1} P_N(j) = 1.$$

Методика состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Определение вероятностей P_j того, что поступившее в тракт сообщение застанет в нем j требований, где $j = 0, 1, 2, \dots$

Шаг 2. Выполнение последовательного, для значений $j = 0, 1, 2, \dots$, суммирования вероятностей P_j до тех пор, пока не выполнится условие:

$$\sum_{j=0}^{J_{\text{доп}}} P_j \equiv P_{\text{доп}}. \quad (2)$$

Условие (2) эквивалентно условию:

$$J_{\text{доп}} T_{\text{обсл}} \leq T_{\text{доп}}.$$

Шаг 3. Определение минимально допустимой производительности тракта ИТС:

$$W_{\text{доп}} = \frac{J_{\text{доп}} K_{\text{обсл}}}{T_{\text{доп}}}.$$

Модель информационного тракта. При определении вероятностей P_j для информационных трактов ИТС применяется аппарат теории массового обслуживания, например при расчетах можно использовать формулы для распределения вероятностей применительно к различным системам массового обслуживания, представленные в работе [11].

Модель технологического тракта. Для обоснования требований к производительности $W_{\text{доп}}$ технологического тракта ИТС используется модель тракта, впервые описанная в работе [12] и удовлетворяющая следующим условиям:

(а) технологический тракт ИТС может быть загружен полностью:

$$T_{\text{пост}} = NT_{\text{обсл}}, \quad (3)$$

(б) поступление сообщения в тракт от каждого из N датчиков в каждом периоде $T_{\text{пост}}$ может произойти равновероятно в любом k -м ВИО, где $1 \leq k \leq N$, независимо от моментов поступления сообщений от других датчиков;

(в) число сообщений j , которое застает в тракте вновь поступившее k -е сообщение, определяется не только его местом в периоде $T_{\text{пост}}$, но и тем, какое число сообщений застало в тракте предыдущее $(k - 1)$ -е сообщение.

Исходя из данных условий, с помощью аппарата теории вероятностей и комбинаторного раздела математики путем выявления и анализа всевозможных комбинаций событий, в своей совокупности определяющих вероятности состояний тракта в различных ВИО периода $T_{\text{пост}}$ для различных значений N источников

информации, в работе [12] получены и в работе [13] приведено доказательство применимости следующих формул для вероятностей $P_N^k(j)$:

$$P_N^1(0) = 1; \quad (4)$$

$$P_N^2(1) = 1; \quad (5)$$

$$P_N^k(j) = \frac{N-1}{N^{N-2}} \left\{ \frac{(k-j)^{k-j-2}}{(k-j-1)!} \left(\frac{(N-k+j+1)^{N-k+j-1}}{(N-k+j)!} - \sum_{m=1}^{j-1} \frac{(N-k+j)^{N-k+j-m-1}}{(m-1)!(N-k+j-m)!} \right) + \sum_{x=1}^{j-1} \left(\sum_{y=0}^x \frac{(-1)^y (x-y+1)^y (k-j+x-y)^{k-j+x-y-2}}{y!(k-j+x-y-1)!} \times \left(\frac{(x+1)(N-k+j+1)^{N-k+j-x-1}}{(N-k+j-x)!} - \sum_{z=0}^{j-x-1} \frac{(N-k+j)^{N-k+j-x-z-1}}{z!(N-k+j-x-z)!} (x+z) \right) \right) \right\} \quad (6)$$

для $N = 3, 4, \dots; k = 3, 4, \dots, N; j = 1, 2, \dots, k-1$;

$$P_N^k(0) = 0 \text{ для } k = 2, 3, \dots, N. \quad (7)$$

Подставляя (4)–(7) в (1) и выполняя действия в соответствии с *Шаг 2* и *Шаг 3* вышеприведенной методики, получим значения $W_{\text{доп}}$ минимально допустимой производительности технологического тракта ИТС для различного числа N датчиков информации.

Метод синтеза организационной структуры, предназначенной для предоставления ИТ услуг. Основу деятельности в соответствии с данным методом составляет выполнение следующих функций:

- определение свойств организационной структуры, влияющих на исследование проблемы по определению достаточной мощности организационной структуры;
- определение основных средств исследования поставленной проблемы;
- разработка моделей системы массового обслуживания, позволяющих получить значения ее показателей;

- разработка методического аппарата для определения архитектуры организационной структуры.

Подробно данный метод рассмотрен в работе [13] при определении численности субъектов в организационных структурах, деятельность которых можно описать с помощью следующих моделей:

1. Модель организационной структуры *вырожденного типа*. Представляет собой систему массового обслуживания, состоящую из одного элемента, в котором каждый обслуживающий прибор реализует все функции процесса обслуживания требований.
2. Модель организационной структуры *линейно-конвейерного типа*. Представляет собой систему массового обслуживания, состоящую из накопителя и последовательно соединенных элементов, в каждом из которых обслуживающие приборы реализуют одну или более функций процесса обслуживания требований.
3. Модель организационной структуры *конвейерно-древовидного типа*. Представляет собой систему массового обслуживания, состоящую из накопителя и групп элементов, распределенных по i -м уровням ($i = 1, 2, \dots, w$; $w = 2, 3, \dots$). Распределение элементов по уровням осуществляется по следующему правилу:
 - (а) каждый элемент верхнего уровня является источником требований для элементов одной из групп нижнего уровня;
 - (б) в каждый элемент нижнего уровня поступают требования только из одного элемента верхнего уровня.

В элементах групп каждого уровня реализуется одна или большее число функций процесса обслуживания требований. Распределение поступающих в систему требований по группам элементов производится на базе одного из следующих принципов:

- (а) принципа распределения (равномерного или по другому закону) нагрузки между группами элементов одного уровня и между элементами внутри каждой группы;
- (б) принципа закрепления групп элементов одного уровня и элементов внутри каждой группы за своими группами источников требований;
- (в) принципа закрепления групп элементов одного уровня и элементов внутри каждой группы за своей группой предоставляемых типов услуг или выполняемых действий.

За критерий оценки достаточной мощности в методе принято максимальное значение показателя N_{\max} мощности, которое еще удовлетворяет заданным критериям для оценки времени T_{\max} ожидания требованием начала обслуживания и

вероятности P_{\min} его неперевышения. Оценка показателя мощности производится на основании модели технологического тракта (3)–(7), используемой в методе синтеза, как модель группового тракта — организационной структуры. Физически показатель N_{\max} мощности трактуется как число ВИО в непрерывном интервале занятости группового тракта, при котором критерии T_{\max} и P_{\min} еще соблюдаются.

Анализ инновационных решений. Компоненты методологии управления качеством информации, относящиеся к настоящему анализу, — основные положения, методы и модели, технологические и технические решения приведены в работе [14]. На основе результатов анализа предложена следующая классификация решений:

1. Решения (способы, системы, устройства) структурно образуют собой *класс адаптивных информационных систем* для организационных бизнес структур. Отличительным признаком систем данного класса является управление производительными ресурсами информационных трактов на основе поддержания в заданных значениях показателей своевременности доставки информации путем адаптации (изменения) производительности ресурсов к их загрузке.
2. Решения обеспечивают реализацию различных способов обработки и распределения информации, не все из которых можно соотносить с *методом адаптивного управления распределением потоков* в инфраструктуре обмена информацией; данный метод основан на сочетании способов долгосрочного и оперативного прогнозирования. Способы прогнозирования позволяют на основе заранее определенных на стадии проектирования эталонных значений показателей производить на стадии применения коррекцию плана распределения каналов, ввод дополнительных линий связи, узлов и станций, перемещать или исключать их из конфигурации ИТС, образовывать тракты для передачи информации непосредственно перед поступлением в них требований.

Метод адаптивного управления распределением информации. На рис. 6 приведена модель управления распределением информации. Данный метод заключается в разработке и последующей реализации планов изменения в конфигурации и/или параметрах ресурсов ИТС в соответствии с данными, предоставляемыми системой контроля, и планами организационных бизнес структур. Метод охватывает контуры оперативно-технического управления и стратегического планирования.

В модели обозначено:

$X(t)$ — входной вектор, отражающий информацию об уровнях доступности услуг, поступающую из системы контроля;

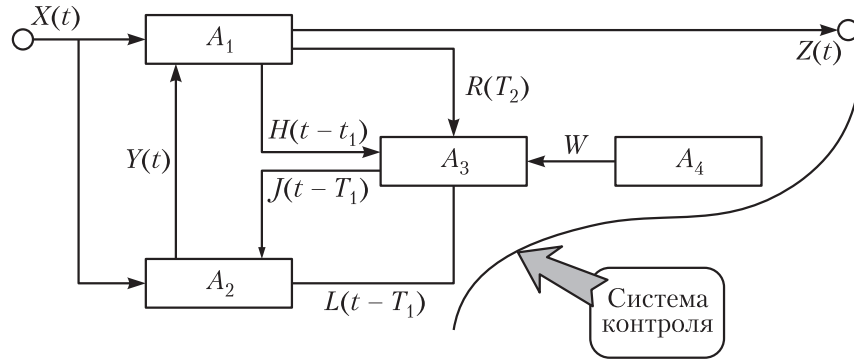


Рис. 6 Метод адаптивного управления распределением информации

A_1 — исполнительный прибор, первоначально настроенный в соответствии с проектными решениями;

A_2 — решающий прибор, осуществляющий перестройку A_1 ;

$Y(t)$ — вектор управления уровнями доступности услуг, отражающий команды, сформированные прибором A_2 в момент t ;

$Z(t)$ — выходной вектор, отражающий состояния ресурсов в момент t ;

A_3 — прибор для оперативного управления уровнями доступности услуг;

A_4 — прибор для стратегического планирования уровней доступности услуг;

$H(t - t_1)$ — вектор настройки прибора A_3 , поступающий в него к моменту $t - t_1$;

t_1 — среднее время реакции исполнительного прибора на поступающие в него команды;

$L(t - T_1)$ — вектор для настройки прибора A_2 за время T_1 до момента t ;

T_1 — время на выработку управляющих воздействий (команд) в приборе A_2 ;

$R(T_2)$ — вектор наблюдений над уровнями доступности услуг за период T_2 ;

$T_2 = t_1 + T_1$ — длительность цикла оперативного управления;

$J(t - T_1)$ — сигналы о произведенной к моменту $t - T_1$ настройке прибора A_1 ;

W — множество, описывающее правило оперативного управления.

К задачам оперативного управления, главным образом, относится принятие мер по предупреждению и быстрейшему восстановлению нарушения доступа к ИТ услугам, сведению к минимуму ущерба, если нарушение уже произошло. К задачам стратегического планирования, главным образом, относятся: обеспечение доступа к новым ИТ услугам; корректировка соглашений об уровнях услуг;

модернизация структуры ИТС. Принцип адаптации, заложенный в рассматриваемом методе управления, основан на использовании в ИТС инновационных системно-технических решений, позволяющих реализовать планы по изменениям за счет адаптации структуры ИТС и параметров ее ресурсов к изменяющимся условиям среды окружения информации. Метод первоначально предназначался для распределения потоков информации в коммутируемых сетях связи [15].

6 Примеры применения методологии

Особенностью рассматриваемой в статье методологии является свойство ее применимости в практике управления сложными проектами как в качестве единой структурной единицы, так и для решения отдельных задач проекта с помощью тех или иных компонентов.

Пример 1. Известен методологический подход к построению ИТС на основе рассмотрения нескольких вариантов, удовлетворяющих предъявляемым к ней требованиям [1]. Для каждого варианта производится предварительный выбор базовых аппаратных и программных средств и предварительная оценка затрат на реализацию каждого варианта и, в целом, оценка эффективности вариантов. В результате выбирается такой вариант, который, например при заданных максимальных допустимых затратах, обеспечивает максимально возможный эффект. Для оценки вариантов используется обобщенный показатель Q эффективности, который определяется путем свертки частных показателей в соответствии с некоторыми правилами, основанными на весовом суммировании показателей системы:

$$Q = \sum_{i=1}^n a_i w_i,$$

где n — число выбранных показателей эффективности; a_i — весовые коэффициенты; w_i — критерии показателей оценки эффективности.

Использование в качестве одних из показателей эффективности показателей качества информации позволяет произвести оптимальное построение ИТС.

Пример 2. На основании результатов модельных исследований для вариантов организационной структуры службы технической поддержки (СТП), проведенных с помощью рассмотренного выше метода синтеза, построен график численности СТП (рис. 7). График отражает зависимость числа специалистов от мощности СТП. Мощность СТП измеряется числом $N_{\text{макс}}$ интервалов обслуживания и соотносится с максимально допустимой длительностью интервала занятости, который может образовываться с соблюдением заданных значений минимально допустимой вероятности $P_{\text{мин}}$ превышения заданного максимально допустимого времени $T_{\text{макс}}$ ожидания в СТП обслуживания. Рассматриваются вырожденная (однородная) и конвейерно-древовидная организационные структуры.

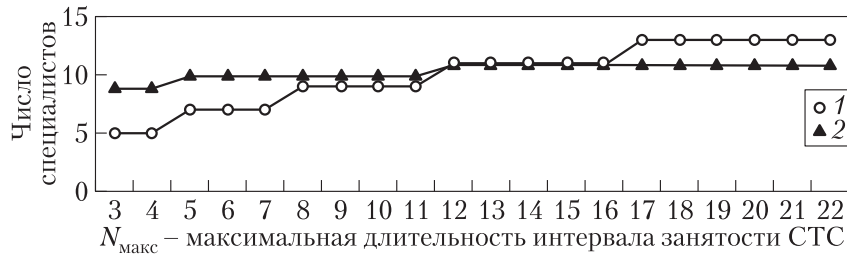


Рис. 7 Результаты расчета числа специалистов (пример 2) (N_{\max} — максимальная длительность интервала занятости): 1 — вырожденная структура; 2 — конвейерно-древовидная структура

Приведенные результаты получены для следующих исходных данных:

- (а) процесс обслуживания требований состоит из четырех последовательно реализуемых функций: «Классификация требования», «Формулирование проблемы», «Определение задач» и «Сопровождение задачи», время обслуживания каждой функции, соответственно, 15, 5, 5 и 20 мин;
- (б) на первом уровне конвейерно-древовидной структуры размещается один элемент, реализующий первую функцию; на втором уровне — два элемента, реализующие вторую и третью функцию; на третьем уровне — четыре элемента, реализующие четвертую функцию, из которых два элемента соотносятся с первым элементом второго уровня, а два элемента соотносятся со вторым элементом второго уровня;
- (в) максимально допустимое время T_{\max} ожидания обслуживания — 30 мин;
- (г) минимально допустимая вероятность P_{\min} неперевышения $T_{\text{доп}}$ — 0,98;
- (д) количество обслуживающих приборов в системе равно суммарному количеству приборов во всех элементах системы.

Как видно из примера 2, каждый из рассмотренных вариантов может быть выбран на определенном этапе жизненного цикла того предприятия, для которого СТП образуется, в зависимости от поступающей нагрузки со стороны потребителей услуги технической поддержки (параметр N_{\max}).

7 Заключение

Рассмотренный в статье методологический подход к управлению качеством информации заключается в следующем: в соответствии с исходными данными — требованиями бизнеса к своевременности доставки информации и предоставления ИТ услуг — производится обоснование требований к показателям производительности трактов ИТС и предоставления ИТ услуг; на основании данных

требований производится разработка (выбор) системно-технических решений по контролю, анализу и управлению производительностью трактов и предоставлением ИТ услуг, а на этапе применения ИТС осуществляется их использование по назначению; таким образом, осуществляя управление показателями материальных объектов — ресурсов ИТС (в том числе, людскими) из среды окружения информации, циркулирующей в ИТС, производится управление качеством информации — показателями своевременности представления информации.

Использование на практике данного подхода к управлению качеством информации на предприятиях государственного сектора и коммерческих предприятий позволит исключить или значительно снизить инвестиционные риски при строительстве систем и последовательно повышать эффективность управления при их эксплуатации.

Литература

1. *Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С., Козлов С. В.* Некоторые вопросы проектирования информационно-телекоммуникационных систем. — М.: ИПИ РАН, 2010. С. 12, 22–26, 69–72.
2. *Miles R. E, Snow C. C.* Organizational strategy, structure, and process. — Business & Economics, 2003. 274 p.
3. *Harms W. F.* Information and meaning in evolutionary processes. — Philosophy, 2004. 280 p.
4. *Новиков Д. А.* Теория управления организационными системами. — М.: МПСИ, 2005. 584 с.
5. Информатика: состояние, проблемы, перспективы / Под ред. И. А. Соколова. — М.: ИПИ РАН, 2009. 46 с.
6. ITIL® V3 Glossary Russian Translation v0.92. ITIL® V3 Translation Project. Apr. 30, 2009.
7. http://www.bmc.com/solutions/bsm?cmp=redirect_bsm?intcmp=home_bsm_initiatives.
8. https://h10078.www1.hp.com/cda/hpms/display/main/hpms_content.jsp?zn=bto&cp=1-11-15-281745_4000_18_.
9. *Зацаринный А. А.* Основные принципы системного подхода при проектировании, внедрении и развитии современных корпоративных сетей // Системы и средства информатики. Вып. 12. — М.: Наука, 2002. С. 58–66.
10. *Евланов Л. Г.* Контроль динамических систем. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. 432 с.
11. *Саати Т. Л.* Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. — М.: Сов. радио, 1971.
12. *Шабанов А. П.* О распределении времени ожидания внутри интервала занятости входного группового тракта устройства коммутации цифровых каналов. Депонированная рукопись: ВИМИ, МРС «ТТЭ», сер. «О». Вып. 11. 1981.

13. *Шабанов А. П., Беляков А. Г.* Организационные структуры массового обслуживания. — М.: Институт проблем управления им. Трапезникова РАН, 2007. С. 23–28, 36–40, 50–54, 55–59, 60–71.
14. *Шабанов А. П.* Ось адаптивного управления: информационные системы — организационные структуры массового обслуживания // Бизнес-Информатика, 2010. № 3(13). С. 19–26.
15. *Шабанов А. П., Неманежин В. В., Меладзе В. В.* Метод управления распределением потоков информации в коммутируемых сетях связи // Техника средств связи. Системы связи, 1991. № 5.

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

А. А. Зацаринный¹, А. И. Гаранин², С. В. Козлов³

Аннотация: Рассмотрены основные понятия, используемые при оценке надежности информационно-телекоммуникационных сетей (ИТКС), и приведены математические выражения для количественной оценки показателей безотказности и ремонтпригодности. Предложен методический подход к оценке надежности комплексов средств автоматизации, представлены математические выражения для оценки надежности типовых вариантов структурного построения системы. Приведена последовательность действий при расчете показателей надежности комплексов средств автоматизации.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная сеть; устойчивость; надежность; показатели безотказности и ремонтпригодности; комплекс средств автоматизации

1 Основные понятия

Понятие надежности является составляющим другого более сложного понятия — устойчивости. Устойчивость — свойство системы сохранять свои характеристики в пределах установленных норм при всех воздействующих факторах. Устойчивость — комплексная характеристика, включающая живучесть, техническую надежность и помехоустойчивость.

В настоящее время в ряде случаев применительно к ИТКС используются такие требования как катастрофоустойчивость и высокая доступность [1–4]. Катастрофоустойчивость определяется как способность системы сохранять критически важные информационные и программные ресурсы и продолжать выполнение своих функций в условиях деградации архитектуры системы в результате стихийных бедствий, техногенных аварий и катастроф, целенаправленного воздействия людей. Высокая доступность как общесистемное свойство означает, что любой пользователь может обратиться к системе и получить доступ к необходимым ему информационным ресурсам и услугам за приемлемое для него (пользователя) время.

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, azatsarinny@ipiran.ru

²Институт проблем информатики Российской академии наук, algaranin@mail.ru

³Институт проблем информатики Российской академии наук, sv_kozlov@mail.ru

Согласно [5] *надежность* — это свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Следует подчеркнуть, что в теории надежности рассматриваются не любые события, приводящие к нарушению работоспособности объекта, а только те, которые имеют внутренний (по отношению к объекту) характер: например, отказы комплектующих изделий, вызываемые физико-химическими процессами старения аппаратуры, дефектами технологии ее изготовления и т. д. — и не рассматриваются события, приводящие к нарушению работоспособности объекта из-за воздействия внешних (по отношению к объекту) факторов (пожары, наводнения, землетрясения и т. п.) [6].

В свою очередь, *надежность* — это не простое, а сложное свойство. Оно обуславливается такими относительно более простыми свойствами, как свойство безотказности, ремонтпригодности, долговечности и сохраняемости.

Безотказность — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

Под работоспособным состоянием понимается состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствует требованиям нормативно-технической и/или проектной (далее нормативной) документации.

Если значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативной документации, говорят о неработоспособном состоянии объекта.

Ремонтпригодность — это свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта. В общем случае ремонтпригодность определяется конструкцией объекта, наличием систем контроля, тестирования и сигнализации.

Долговечность — это свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Под предельным состоянием понимается такое состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно. Природа предельного состояния объекта может быть различна, например физический износ, недопустимое снижение эффективности работы, требования безопасности эксплуатации, моральное старение.

Когда говорят о долговечности, то имеют в виду либо ресурс, либо срок службы. Ресурс — это суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Срок службы — календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние. Другими словами, срок службы равен ресурсу плюс суммарное время простоя объекта.

Сохраняемость — это свойство объекта обеспечивать в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции в течение и после хранения и/или транспортирования.

На практике, говоря о надежности объектов, чаще всего имеют в виду понятия безотказности и ремонтпригодности.

С понятием неработоспособного состояния связано очень важное, основополагающее понятие теории надежности — понятие *отказа*. Если не определить это понятие, то все дальнейшие рассуждения о надежности вообще становятся бессмысленными.

Отказ — это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Общее определение отказа для каждого объекта конкретизируется с помощью такого понятия, как критерий отказа.

Критерий отказа — это признак или совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта.

Работоспособное состояние объекта характеризует его способность выполнять заданные функции. Следовательно, конкретизация понятия отказа (формирование критерия отказа) заключается в следующем:

- определяется перечень функций, для выполнения которых создается данный объект и прекращение выполнения которых приводит к нарушению работоспособного состояния объекта (делает бессмысленным дальнейшую эксплуатацию объекта);
- оговариваются режимы функционирования и условия эксплуатации объекта.

Отметим, что чаще всего объекты создаются как многофункциональные и не все функции равнозначны с точки зрения достижения конечного результата функционирования объекта, поэтому выбор функций, включаемых в критерий отказа — процесс творческий. Следует учитывать, что от сделанного выбора может зависеть и стоимость создания объекта.

Критерий отказа указывается в нормативной документации на объект.

2 Количественные показатели безотказности и ремонтпригодности

Выше приведены качественные определения ряда понятий и терминов, используемых в теории надежности. Говоря о надежности конкретной сложной системы, невозможно обойтись без количественных характеристик тех свойств,

которые описывают эти определения и понятия. Из всего множества показателей надежности [5] рассмотрим те, которые наиболее часто используются при исследовании вопросов надежности таких сложных систем, как информационно-телекоммуникационные.

Технические средства комплексов средств автоматизации (КСА) ИТКС, чаще всего, представляют собой стационарную, устанавливаемую в отапливаемых наземных сооружениях ремонтируемую аппаратуру, восстанавливаемую непосредственно после обнаружения отказа. В качестве показателей надежности таких технических средств и КСА в целом наиболее удобными для службы эксплуатации оказались следующие показатели:

- в качестве показателя безотказности — *среднее время наработки на отказ* (T_o) — определяется как математическое ожидание времени между соседними отказами объекта. Статистически средняя наработка на отказ (среднее время наработки на отказ) определяется как

$$T_o = \frac{\sum_{i=1}^n T_{oi}}{n},$$

где n — количество отказов объекта; T_{oi} — наработка объекта между $(i-1)$ -м и i -м отказами;

- в качестве показателя ремонтпригодности — *среднее время восстановления* (T_v). Время восстановления — это продолжительность восстановления работоспособного состояния объекта. Время восстановления отсчитывается от момента начала проявления отказа (при условии, что в этот момент начинается устранение отказа) до момента окончания восстановления работоспособности объекта. Время восстановления равно сумме времен, затрачиваемых на отыскание и устранение отказа, а также на проведение необходимых отладок и проверок, чтобы убедиться в восстановлении работоспособности объекта.

В общем случае, время восстановления КСА складывается из времени обнаружения причины отказа и времени устранения отказа. В свою очередь, время обнаружения причины отказа зависит от наличия и степени охвата оборудования средствами диагностики и от квалификации обслуживающего персонала. Время устранения отказа зависит от типа отказа (программный или аппаратный), от наличия и полноты ЗИП (комплекта запасных частей и принадлежностей) и других факторов. Как видно из перечисленного, время восстановления зависит как от объективных факторов, так и от субъективных, оценить которые в полном объеме на начальных этапах создания объекта (до этапа проведения испытаний) представляется затруднительным.

Время восстановления определяется как математическое ожидание времени восстановления работоспособного состояния объекта после отказа. Статистически среднее время восстановления определяется как

$$T_{\text{в}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{\text{в}i}}{n},$$

где n — количество отказов объекта; $T_{\text{в}i}$ — время восстановления i -го отказа.

Помимо единичных показателей, характеризующих только одно свойство, входящее в понятие надежности, существуют комплексные показатели. Среди таких показателей наиболее часто используется *коэффициент готовности*.

Коэффициент готовности — вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается.

Существует нестационарный коэффициент готовности, который зависит от произвольного, но фиксированного момента времени t , его обозначают $K_{\text{Г}}(t)$. Есть стационарный коэффициент готовности, который равен $K_{\text{Г}} = \lim_{t \rightarrow \infty} K_{\text{Г}}(t)$.

Физический смысл коэффициента готовности — это доля времени на достаточно большом интервале, когда объект был работоспособен:

$$K_{\text{Г}} = \frac{T_{\text{о}}}{T_{\text{о}} + T_{\text{в}}}. \quad (1)$$

Коэффициент готовности может быть записан в другом виде:

$$K_{\text{Г}} = \frac{\mu}{\mu + \lambda} \quad \text{или} \quad K_{\text{Г}} = \frac{1}{1 + \alpha},$$

где $\lambda = 1/T_{\text{о}}$, $\mu = 1/T_{\text{в}}$, $\alpha = T_{\text{в}}/T_{\text{о}}$. Из последней формулы следует, что коэффициент готовности зависит не от абсолютных значений $T_{\text{о}}$ и $T_{\text{в}}$, а от их отношения.

Выражение $\lambda = 1/T_{\text{о}}$ является единичным показателем надежности и обозначает интенсивность отказов элемента в каждый данный момент времени. По аналогии $\mu = 1/T_{\text{в}}$ обозначает интенсивность восстановлений.

В теории надежности [6] очень популярна кривая, ставшая классической, которая показывает поведение интенсивности отказов объекта в зависимости от времени (наработки). Такого рода кривые были получены в результате статистической обработки данных об отказах и наработках при испытаниях и эксплуатации технических объектов. На этих кривых можно выделить три характерных участка (рис. 1).

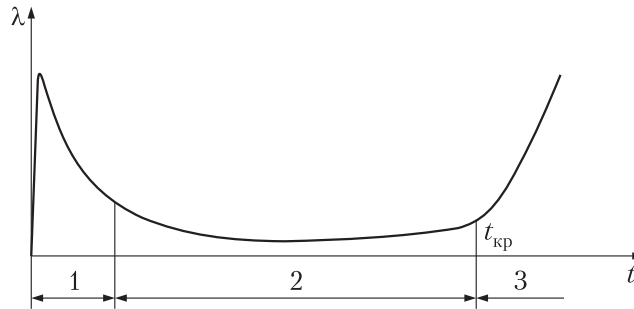


Рис. 1 Зависимость интенсивности отказов от времени

Первый участок — так называемый *этап приработки*, характеризующийся повышенной интенсивностью отказов, убывающей с течением времени. Это объясняется тем, что в любом новом объекте имеются материалы и элементы со скрытыми дефектами, а также возможные конструкторские и производственные ошибки. Эти дефекты и ошибки в большей части проявляются на начальном этапе работы объекта, что и приводит к повышенной интенсивности отказов. По мере устранения дефектов и ошибок, а также их причин уменьшается количество отказов, что ведет к уменьшению интенсивности отказов.

Второй участок называется *этапом нормальной работы*. На этом участке интенсивность отказов имеет приблизительно постоянный характер. Этот участок определяет, по существу, физический ресурс объекта.

Третий участок называется *этапом старения*. Он характеризуется возрастанием интенсивности отказов в результате необратимых физико-химических процессов, протекающих в материалах, которые приводят к ухудшению качества элементов и объекта в целом. В момент времени $t_{кр}$ наступает такое состояние объекта (предельное состояние), при котором его дальнейшая эксплуатация нецелесообразна.

3 Методический подход к оценке надежности комплексов средств автоматизации

Расчет надежности сложной системы сводится к вычислению необходимых показателей надежности системы на основе известных показателей надежности элементов, составляющих систему. Однако надежность сложной системы определяется не только надежностью составляющих ее элементов, но также зависит и от структуры, точнее, от ее надежностной структуры.

Под надежностной структурой (схемой) системы понимается логическое соединение элементов в таком виде, из которого следовало бы определение отказа системы [6, 7].

Рассмотрим основные расчетные соотношения, используемые при оценке надежности типовых вариантов структурного построения системы:

1. Система, состоящая из *последовательно* соединенных элементов (рис. 2).

При таком соединении отказ любого из элементов приводит к отказу системы. Следует отметить, что последовательное соединение в теории надежности часто не совпадает с последовательным соединением элементов в структурной схеме. В надежность структуру (часто ее называют «эквивалентной схемой для расчета надежности») последовательно включаются все элементы, отказ которых приводит к отказу системы.

Интенсивность отказа системы (λ_c), состоящей из последовательно соединенных и независимо отказывающих элементов, равна сумме интенсивностей отказов элементов [8]:

$$\lambda_c = \sum_{j=1}^n \lambda_j, \quad (2)$$

где λ_j — интенсивность отказов j -го элемента.

В случае экспоненциального распределения для средних времен безотказной работы системы T_{0c} и k -го элемента T_{ok} получаем

$$T_{0c} = \frac{1}{\sum_{k=1}^n (1/T_{ok})}$$

или для случая одинаковой средней наработки всех n элементов $T_{0c} = T_{ok}/n$.

2. Система, состоящая из *параллельно* соединенных элементов (рис. 3).

При таком соединении отказ системы происходит только при выходе из строя всех элементов. Также отметим, что параллельное соединение в теории надежности часто не совпадает с параллельным соединением элементов в структурной схеме. Параллельно соединяются такие элементы, которые взаимно резервируют друг друга с точки зрения исполняемых функций.

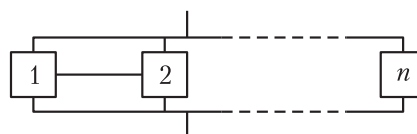


Рис. 2 Последовательное соединение элементов

Рис. 3 Параллельное соединение элементов

Полагая, что $T_o \gg T_b$, все элементы одинаковые ($\lambda_k = \lambda$) и что отказы элементов независимы между собой, будем считать [8]:

$$T_{0c} = \frac{1}{\lambda} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k} = T_{ok} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \dots + \frac{1}{k} \right). \quad (3)$$

3. На практике надежность структура сложной системы является, чаще всего, комбинацией последовательно-параллельных соединений элементов. При расчете показателей безотказности системы со *смешанным соединением элементов* ее необходимо разбить на такие части, каждая из которых представляет собой последовательное или параллельное соединение элементов.
4. Существуют сложные системы, которые не могут быть представлены в виде последовательного, параллельного или смешанного соединения элементов. Такие системы относятся к *системам с произвольной структурой* [6]. Примером такой системы является мостиковая схема, состоящая из 5 элементов (рис. 4).

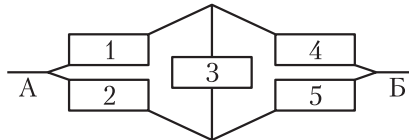


Рис. 4 Мостиковая схема

Эта схема работает, если существует хотя бы один путь, по которому ток течет от точки А к точке В.

Для расчета показателей безотказности систем произвольной структуры разработан ряд точных и приближенных методов. Наиболее известными из них являются: метод прямого перебора состояний системы, метод прямого перебора состояний путей и метод прямого перебора состояний сечений [9, 10].

Расчет показателей надежности КСА производится в следующей последовательности:

- проводится анализ состава, структуры и функционального назначения рассматриваемого КСА;
- выбираются показатели надежности и формулируется критерий отказа;
- составляется эквивалентная схема для расчета надежности;
- подготавливаются исходные данные для расчета (показатели надежности элементов КСА);

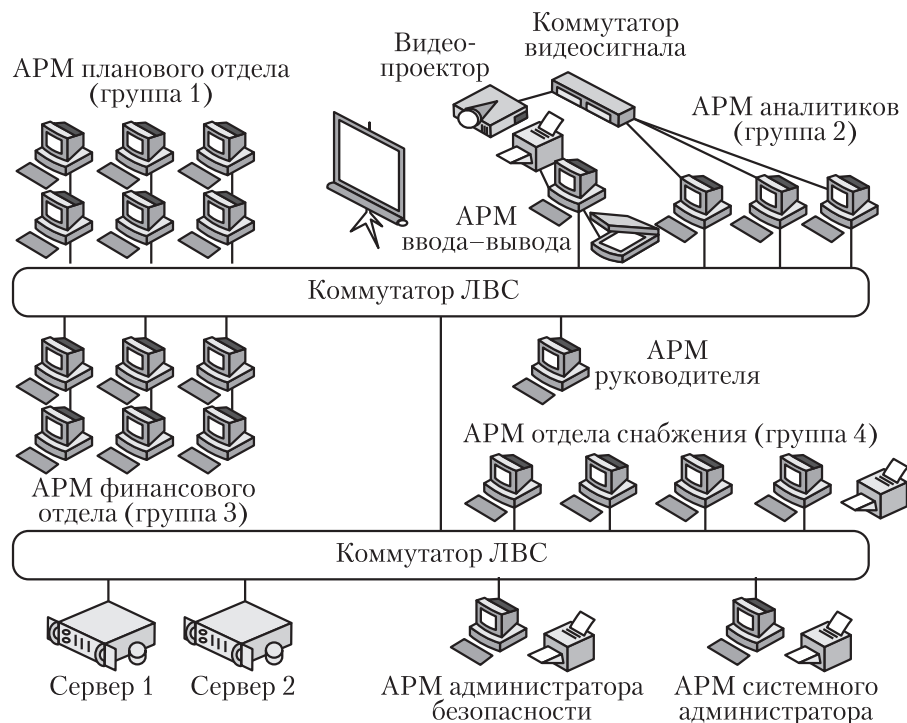


Рис. 5 Структурная схема КСА объекта

- с использованием выражений (1)–(3) осуществляется расчет показателей надежности;
- полученные результаты анализируются и обобщаются для проведения последующих расчетов.

Последовательность действий при оценке надежности комплекса средств автоматизации рассмотрим на примере оценки надежности КСА объекта, представленного на рис. 5.

Как показано на рисунке, в состав КСА объекта входят два сервера, 4 группы автоматизированных рабочих мест (АРМ), 4 отдельных АРМ (руководителя, администратора безопасности, системного администратора и ввода-вывода) и ряд других устройств (коммутатор видеосигнала, видеопроектор, отдельные периферийные устройства), объединенные локальной вычислительной сетью.

В нормальном режиме функционирования аппаратно-программные средства (АПС) КСА выполняют все возлагаемые на них функции. Отказ одного из компонентов КСА не всегда означает отказ всего комплекса. Это объясняется рядом причин [11]:

- разные группы пользователей могут использовать для своей работы различное оборудование, и выход из строя оборудования, не относящегося к данной группе, не приводит к отказу выполнения функций, возлагаемых на эту группу;
- ряд аппаратно-программных средств по выполняемым функциям дублируют друг друга и могут рассматриваться в качестве взаимного резерва;
- АПС, входящие в состав КСА, выполняют различные функции, которые могут быть разделены на основные и вспомогательные. Выход из строя АПС, не влияющих на выполнение основных функций, не приводит к отказу КСА в целом.

Сформулируем понятие «отказ» для рассматриваемого КСА.

Под *отказом* рассматриваемого комплекса средств автоматизации будем понимать событие, заключающееся в прекращении КСА выполнения функциональных задач по причине неисправности аппаратно-программных средств и требующее для восстановления процесса функционирования, проведения ремонтных работ с привлечением обслуживающего персонала в интересах руководства, пользователей планового отдела, финансового отдела, отдела снабжения и АРМ ввода-вывода.

На основе приведенного понятия «отказа» составим эквивалентную схему для расчета надежности рассматриваемого КСА (рис. 6).

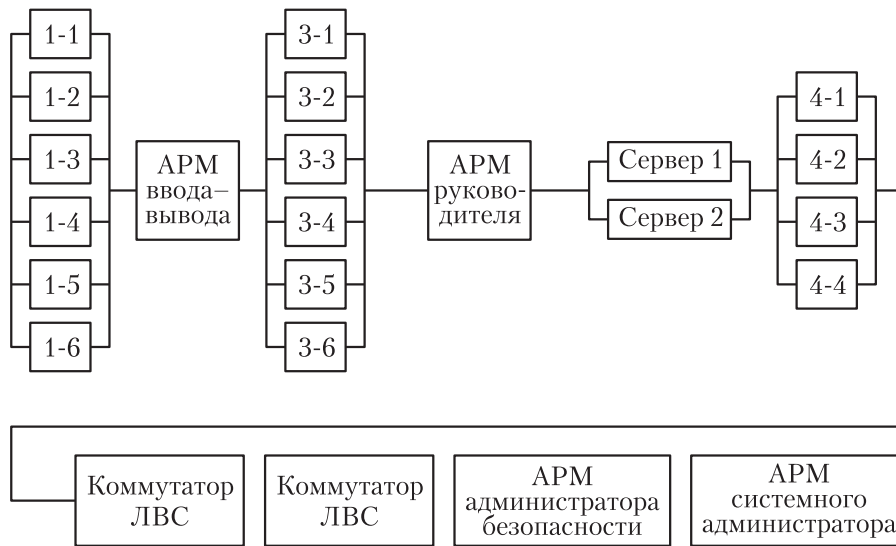


Рис. 6 Эквивалентная схема для расчета надежности КСА

При составлении эквивалентной схемы кроме приведенной формулировки отказа учитывались еще следующие соображения:

- АРМ внутри своей группы пользователей выполняют одинаковые функции, пользуясь единым ресурсом аппаратного оборудования и программных средств КСА. Поэтому, если хотя бы один из АРМ полностью выполняет свои функции, считается, что единый (для этой группы пользователей) ресурс функционирует нормально и отказа КСА нет. Исходя из этого, в эквивалентной схеме все АРМ внутри своей группы соединены параллельно;
- аппаратно-программные средства, не учитываемые в определении понятия «отказ», в эквивалентную схему не включаются (АРМ аналитиков, коммутатор видеосигнала, видеопроектор);
- в определении понятия «отказ» ничего не говорится о серверах. При выборе способов включения серверов в эквивалентную схему будем исходить из следующих соображений. С точки зрения длительности времени восстановления КСА наиболее критичным является время восстановления сервера. С целью минимизации времени восстановления КСА считаем, что указанные серверы выполняют одинаковые функции и резервируют друг друга в режиме «горячего» резерва;
- технологические АРМ (администратора безопасности и системного администратора), в зависимости от степени их влияния на функционирование основных АПС, могут включаться или не включаться в эквивалентную схему.

Исходные данные по показателям надежности элементов КСА указываются, как правило, в формулярах на конкретные технические средства. Однако в ряде случаев (импортное оборудование, начальная стадия проектирования и др.) формуляры либо отсутствуют, либо в них отсутствуют необходимые сведения. В таких случаях для получения необходимых данных используются другие доступные источники (Интернет, аналоги ранее используемого оборудования и т. п.). В табл. 1 в качестве примера приведены сведения о наработке на отказ реального оборудования, используемого на некоторых действующих объектах.

Используя данные, представленные в табл. 1, и выражения (1)–(3), оценим показатели надежности КСА с использованием эквивалентной схемы для расчета надежности (см. рис. 6). Произведя необходимые расчеты, получим:

- среднее время наработки на отказ КСА $T_{o.КСА} = 756$ ч;
- коэффициент готовности $K_{г.КСА} = 0,99934$ (при среднем времени восстановления $T_{в.КСА} = 0,5$ ч).

Проанализируем, каким образом можно повысить надежность рассматриваемого комплекса. Из рис. 6 видно, что наиболее слабыми звеньями КСА, представленного на рис. 5, являются АРМ: руководителя, ввода–вывода, администратора безопасности и системного администратора. Это объясняется тем,

Таблица 1 Сведения о наработке на отказ реального оборудования, используемого на некоторых действующих объектах

Оборудование	Наработка на отказ, ч
Сервер	20 000
Коммутатор ЛВС	40 000
АРМ	12 000
Принтер	10 000
Сканер	10 000

что при отказе любого из них, согласно критерию отказа, фиксируется отказ всего комплекса (а они изначально обладают низкой надежностью). В отличие от этих АРМ коммутаторы ЛВС, также включенные в «эквивалентную схему» последовательно, изначально обладают более высокой надежностью.

Таким образом, в качестве мер по повышению надежности КСА можно предложить следующее:

- дополнительно установить АРМ, аналогичный АРМ руководителя, у заместителя руководителя;
- установить второй АРМ ввода–вывода;
- расширить функциональные возможности АРМ администратора безопасности и АРМ системного администратора таким образом, чтобы при необходимости они могли резервировать один другого.

При реализации предложенных мер, получим:

- среднее время наработки на отказ КСА $T_{o,КСА} = 2770$ ч;
- коэффициент готовности $K_{г,КСА} = 0,99982$.

Следует учитывать, что любые меры, направленные на повышение надежности функционирования сложной системы, связаны с увеличением ее стоимости.

4 Выводы

1. Предложенный методический подход к оценке показателей надежности комплексов средств автоматизации позволяет оценить надежность КСА ИТКС на разных этапах ее создания и в процессе эксплуатации (при малых статистических данных по отказам КСА в целом).
2. Точность получаемых результатов зависит, в основном, от точности исходных данных по показателям надежности элементов КСА.

Литература

1. Будзко В. И., Беленков В. Г., Кейер П. А. К выбору варианта построения катастрофоустойчивых информационно-телекоммуникационных систем // Системы и средства информатики. Вып. 13. — М.: Наука, 2003. С. 16–40.
2. Будзко В. И., Соловьев А. Н., Киселев Э. В. Вопросы защиты от угроз со стороны обслуживающего персонала в катастрофоустойчивых центрах обработки информации // Системы и средства информатики. Вып. 13. — М.: Наука, 2003. С. 41–63.
3. Кейер П. А., Будзко В. И., Беленков В. Г. Катастрофоустойчивые решения в информационно-телекоммуникационных системах высокой доступности // Научно-технические технологии, 2005. Т. 6. № 6.
4. Кейер П. А., Будзко В. И., Козлов А. Н. Оптимизация построения и функционирования средств обеспечения катастрофоустойчивости // Системы высокой доступности, 2006. Т. 2. № 1. С. 30–45.
5. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
6. Каушанов В. А., Медведев А. И. Теория надежности сложных систем. — М.: Физматлит, 2010.
7. Зацаринный А. А. Методический подход к обоснованию требований по надежности трактов в сетях передачи данных с учетом приоритетности сообщений // Техника средств связи, 1995. № 1.
8. Гнеденко Б. В., Беляев Ю. К., Соловьев А. Д. Математические методы в теории надежности. — М.: Наука, 1965.
9. Козлов Б. И., Ушаков И. А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. — М.: Сов. радио, 1975.
10. Надежность и живучесть систем связи / Под ред. Б. Я. Дудника. — М.: Радио и связь, 1984.
11. Зацаринный А. А., Ггаранин А. И., Ионенков Ю. С. Методический подход к обоснованию требований по надежности информационно-телекоммуникационных сетей // Системы и средства информатики. Вып. 20. № 3. — М.: ИПИ РАН, 2010. С. 157–173.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБСЛЕДОВАНИЮ ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОРГАНОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВЛАСТИ

А. А. Зацаринный¹, С. В. Козлов², Р. В. Татаринцев³

Аннотация: Рассмотрены вопросы организации работ по созданию крупномасштабных автоматизированных информационных систем федеральных органов исполнительной власти (ФОИВ) на начальной стадии их планирования и проведения. Показаны основные факторы, определяющие полноту и своевременность реализации требований тактико-технического задания по функциональному назначению разрабатываемых систем. На основе анализа основных организационно-технологических подходов разработчиков в практике создания и развития автоматизированных информационных систем (АИС) обоснована необходимость приоритетной реализации мер и решений, направленных на совершенствование процесса функционирования системы с учетом конкретных факторов, определяющих качество предоставляемых пользователям информационных услуг. Приведены основные требования процессного подхода к созданию и развитию АИС. Представлена общая структура взаимосвязанных информационных процессов в деятельности ФОИВ, подлежащих автоматизации при создании перспективных информационных систем.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система; информационный процесс; процессный подход; основные, обеспечивающие, вспомогательные, сопутствующие, конфликтующие процессы

1 Введение

Проблема обеспечения адекватности проводимых работ по автоматизации деятельности ФОИВ с учетом требуемого уровня информатизации и реализации процессов подготовки решений в предметной области их деятельности в последние 5–10 лет приобрела новые аспекты их рассмотрения. Существует общая тенденция интенсивного перехода от автоматизации, в первую очередь, рутинных операций повседневной деятельности отдельных пользователей к автоматизации основных процессов административной деятельности подразделений ФОИВ на основе широкого применения перспективных информационных технологий. Она предопределила актуальность проведения всестороннего анализа

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, azatsarinny@ipiran.ru

²Институт проблем информатики Российской академии наук, sv_kozlov@mail.ru

³Институт проблем информатики Российской академии наук, roman-postbox@yandex.ru

объектов автоматизации ФОИВ, особенно на начальной стадии проведения работ. Предметом анализа являются происходящие в рамках деятельности ФОИВ информационные процессы. Именно при глубоком изучении информационных процессов в рамках подлежащей автоматизации деятельности органов управления появляются новые факторы и условия, определяющие эффективность создаваемых АИС. Автоматизированная информационная система представляет собой взаимосвязанный комплекс, включающий вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение, лингвистические средства, информационные ресурсы, а также персонал (пользователи и специалисты, обеспечивающие эксплуатационную поддержку системы). В АИС часть функций управления и обработки данных выполняется в автоматизированном режиме с использованием перспективных информационных технологий и средств автоматизации, а часть — их пользователями в неавтоматизированном режиме.

В настоящий период наблюдается положение, в котором подразделения ФОИВ перед тем, как стать пользователями создаваемой АИС, зачастую могут рассматриваться в качестве функционального заказчика по ее разработке, т. е. они определяют требования к разрабатываемой системе, к реализации информационных процессов на качественно новом технологическом уровне и контролируют их реализацию в ходе проводимой разработки. В то же время, с другой стороны, они, исполнив функцию заказчика, становятся поставщиками услуг с применением введенной в действие современной АИС. Можно полагать, что такая последовательность может быть продолжена и далее. Таким образом, качество предоставляемых услуг на любой стадии указанной последовательности будет во многом определяться качеством организации работ на предыдущих стадиях. Участие в такой деятельности нескольких подразделений различных ФОИВ требует обеспечения управления и координации взаимодействия по реализации единого процесса функционирования системы.

В этой связи изыскание организационно-технических мер, технологических и аппаратно-программных решений и средств по созданию крупномасштабных АИС ФОИВ на технологическом уровне, адекватном сложности предметной сферы деятельности, представляет собой актуальную и практически важную задачу.

2 Краткий обзор основных современных подходов к разработке автоматизированных систем управления и информационных систем

Для повышения качества и эффективности принимаемых мер по автоматизации и информатизации деятельности ФОИВ, рассматриваемых в качестве стратегических решений, в соответствии с общей теорией управленческих решений рекомендуется выбирать научные подходы из обширного ряда, среди

которых в настоящее время выделяют: системный, глобальный, интеграционный, логический, воспроизводственно-эволюционный, инновационный, комплексный, структурный, виртуальный, эксклюзивный, стандартизационный, маркетинговый, функциональный, процессный, ситуационный (вариантный), нормативный, оптимизационный, директивный (административный), поведенческий, деловой [1, 2].

При этом отмечается, что чем сложнее объект стратегического менеджмента, тем более разнообразными должны быть применяемые научные подходы и более глубокой должна быть их проработка.

Из всего многообразия управленческих подходов наиболее распространенными в современном менеджменте и практике создания крупномасштабных автоматизированных систем управления и информационных систем являются системный, ситуационный, директивный, функциональный и процессный подходы.

Если организация (предприятие, учреждение) рассматривается как организационно-техническая система из двух основных составляющих: внешней среды, задаваемой определенным набором ее параметров воздействия на систему, и внутренней структуры системы (совокупность подсистем подразделений, призванных перерабатывать по заданным правилам входные воздействия в выходные результаты для достижения поставленной цели), то это свидетельствует о применении системного подхода в управлении. Он предполагает, что объект исследуется как целостная совокупность составляющих его подсистем, элементов и во всем многообразии выявленных свойств и связей внутри объекта, а также между объектом и внешней средой.

Отсутствие возможности реализации единого подхода к управлению в различных условиях обстановки, необходимость правильно интерпретировать каждую возникающую ситуацию, определяя ключевые параметры ее решения, обуславливают применение ситуационного подхода в управлении.

Принятие решений на основе жесткой регламентации функций, прав, обязанностей, нормативов, планов и заданий, оперативное руководство с применением четко регламентированных методов говорят об использовании директивного подхода в управлении.

Выстраивание деятельности организации на уровне нескольких специализированных функциональных подразделений, выполняющих определенные задачи, характерно для функционального подхода.

Декомпозиция деятельности организации на отдельные взаимосогласованные процессы, постоянный контроль за ними и результатами ее работы в рамках строгого соответствия принятой общей стратегии организации предполагают применение процессного подхода в управлении.

Перечисленные подходы, нацеленные на определенные группы формируемых организаций и создаваемых автоматизированных систем, в целом не претендуют на полноту учета особенностей их создания. Так, например, применение систем-

ного подхода, как показано в [3], на практике выявило и ограниченность его, по крайней мере, по следующим параметрам системности:

- определенность, в то же время неопределенность, присутствует в реальности и полноте учета отношений данной системы с внешней средой, в целеполагании при ее создании, в используемой информации, в реальных ситуациях, складывающихся вокруг применения по предназначению данной системы;
- непротиворечивость, вместе с тем ценностные ориентации в одной организации и даже у отдельного ее участника зачастую противоречивы до несовместимости и, как следствие, никакой системы не могут образовать. Подобное встречается и в совокупности управленческих решений;
- целостность, но проблематичность интеграции информационных и других ресурсов вынуждает говорить о ней с определенной условностью.

На практике обычно та или иная мера систематизации вводится посредством управления, т. е. в директивном порядке. При этом за границами системности оказывается иная реальность. Любая система взаимодействует с внесистемными факторами, которые имеют в своей основе различного рода угрозы и опасности, определяющие условия ее создания и применения, которые оказывают преобразующее воздействие и формируют непредвиденные процессы в среде применения системы. Часто оказывается так, что вполне системное организационное решение по одному основанию может быть внесистемным по отношению к другому. Так бывает и тогда, когда управляющие и управляемые элементы системы действуют по различным ориентирам.

Обобщая особенности современных подходов к формированию организаций и созданию автоматизированных систем, следует отметить, что применительно к ситуационному, функциональному и директивному подходам в наибольшей мере преобладает субъективная основа в определении их целей и задач. Для системного подхода с учетом имеющихся мест границ его применения характерен примерный баланс объективного и субъективного факторов. Что же касается процессного подхода, то в его основу положено изучение и анализ объективно протекающего интегрированного процесса в системе, который направлен на достижение цели ее создания, от полноты и качества реализации которого во многом зависит существование системы как определенного, целостного и непротиворечивого объекта. При этом в рамках единого процесса при таком подходе целесообразно рассматривать взаимоувязанные в комплексе основные, обеспечивающие и вспомогательные процессы, с одной стороны, и взаимодействующие процессы, с другой стороны, как показано на рис. 1.

К взаимодействующим процессам необходимо отнести:

- сопутствующие процессы, протекающие во внешних системах, являются непротиворечивыми по отношению к основным процессам в данной системе и определяют, в конечном счете, ее основное предназначение;



Рис. 1 Структура процессов, определяющих создание и применение АИС

- процессы, протекающие во внешних системах, являются конфликтующими по отношению к основным процессам в данной системе и формируют угрозы ее применению по назначению;
- слабоструктурированные процессы, формируемые во внешних системах, являются потенциально конфликтующими по отношению к основным процессам в данной системе и формируют опасности ее применению по назначению.

Таким образом, планирование разработки и применения автоматизированных систем управления и информационных систем в интересах **ФОИВ** должно базироваться на комплексном применении (рис. 2) системного, директивного, функционального, ситуационного и процессного подходов, роль и рамки применения каждого из которых должны определяться в ходе предпроектных исследований



Рис. 2 Схема реализации комплексного подхода к созданию автоматизированных систем

объектов автоматизации. При этом, учитывая ведущую роль системного подхода к разработке автоматизированных систем, представляется целесообразным в комплексе современных подходов уточнить место остальных.

В этой связи представляется практически важным обосновать методические подходы к информационному обследованию объектов автоматизации на начальной стадии создания автоматизированных систем управления и информационных систем.

3 Факторы, определяющие направленность и содержание работ по созданию автоматизированных информационных систем органов государственного управления

Применительно к созданию АИС ФОИВ как сложных организационно-технических систем важными предпосылками к выбору основных организационно-технических и технологических решений по их построению являются:

- анализ иерархии и перечня задач, подлежащих автоматизации, выявление взаимосвязи между группами задач взаимодействующих подразделений как в составе одного ФОИВ, так и между различными органами;
- комплексный анализ распределения функций должностных лиц и специалистов-пользователей АИС по выполнению задач подразделений ФОИВ;
- комплексный анализ внешних и внутренних информационных ресурсов, находящихся в распоряжении пользователей АИС, порядка доступа к ним, наличие ограничений по предоставлению доступа к информационным ресурсам.

Перечисленные предпосылки создают необходимые условия для перехода к более детальному анализу содержания предметной области деятельности подразделений, подлежащей автоматизации и выходу на качественно новый уровень информационного обеспечения. Таким образом, с точки зрения управленческого подхода к обслуживанию процессов с использованием АИС представляется важным его правильно идентифицировать. Для этого используются соответствующие методики, например рекомендации по стандартизации «Методология функционального моделирования» (концепция IDEF0), принятые и введенные в действие Постановлением Госстандарта России от 02.07.2001 г. В соответствии с концепцией IDEF0 иерархия процессов включает стратегические процессы, ключевые процессы, процедуры и задания.

Любая организация в ходе достижения собственных целей, как правило, включена в сотни различных процессов. Тем не менее, существует определенная совокупность типовых для всех организаций процессов:

- процесс управления функционированием АИС;
- процесс получения исходной информации (рабочей и нормативно-справочной);
- процесс обработки, анализа, оценки, обобщения и преобразования исходной информации в выходные документы данной организации;
- процесс передачи выходных документов на согласование и утверждение в другие организации.

Деятельность ФОИВ и его подразделений в нормативном плане регулируется положениями, регламентами и должностными инструкциями, которые, учитывая особенности информационных процессов в деятельности органа управления,

определяют порядок реализации функций по выполнению поставленных задач. При этом нормативно-методические документы зачастую не в полной мере отражают особенности информационных процессов, прежде всего их взаимодействие на уровне разных подразделений как одного ФОИВ, так и нескольких органов. Такое положение должно устанавливаться в ходе предпроектного обследования заданных объектов автоматизации, и при создании АИС необходимо проводить уточнение состава и перечня взаимодействующих информационных процессов на объектах автоматизации.

4 Анализ существующих подходов к изучению сложных организационно-технических систем на этапе их предпроектного исследования

В практике применения известных методологий анализа и проектирования систем важное место занимает методология структурного анализа и проектирования (SADT — Structured Analysis and Design Technique). Она является по существу единственной методологией, отражающей такие характеристики, как управление, обратная связь и ресурсы. Другая особенность SADT заключается в том, что она развивалась как язык описания функционирования систем общего вида, тогда как в других структурных методологиях упор чаще делается на проектирование программного обеспечения. Описание системы с помощью SADT называется моделью, при этом используются как естественный, так и графические языки. Модель SADT может быть сосредоточена либо на функциях системы, либо на ее объектах. Модели, ориентированные на функции, принято называть функциональными, а на объекты системы — моделями данных.

С помощью SADT-методологии решаются следующие основные задачи (для систем любой природы):

- анализ функций, выполняемых системой;
- описание перечней требований и функций проектируемой системы;
- проектирование системы.

В настоящее время в основе пакета лежит доведенное до уровня стандарта подмножество SADT методология IDEF, состоящая из трех компонентов:

- (1) IDEF0 — функциональное моделирование;
- (2) IDEF1 — информационное моделирование;
- (3) IDEF2 — динамическое моделирование функций, информации и ресурсов.

Методология IDEF, основанная на принципах системного анализа и предназначенная для представления функций произвольной системы (будь то управление финансами, организация работ, обучение или автоматизация), фактически

стала стандартом в ряде зарубежных стран. Из трех названных методологий наибольшее распространение получила IDEF0. В 1985 г. методология IDEF1 была расширена и переименована в IDEF1X. Что касается методологии IDEF2, то она не получила широкого распространения. В настоящее время существует широкий перечень методологий и инструментальных средств анализа и проектирования систем. Наиболее распространены следующие методологии:

- SADT — методология структурного анализа и проектирования;
- IDEF0 — методология функционального моделирования, являющаяся составной частью SADT и позволяющая описать бизнес-процесс в виде иерархической системы взаимосвязанных функций;
- IDEF1X — методология информационного моделирования, являющаяся составной частью SADT и основанная на концепции «сущность–связь»;
- IDEF3 — методология описания процессов, рассматривающая последовательность выполнения и причинно-следственные связи между ситуациями и событиями для структурного представления знаний о системе;
- IDEF4 — методология объектно-ориентированного проектирования сложных систем, описывающая структуру, поведение и реализацию систем с использованием терминов класса объектов;
- IDEF5 — методология онтологического анализа систем, т. е. анализа основных терминов и понятий (словаря), используемых для характеристики объектов и процессов, границ использования, взаимосвязей между ними;
- DFD (Data Flow Diagrams — диаграммы потоков данных) — методология структурного анализа, описывающая внешние по отношению к системе источники и адреса, логические функции, потоки и хранилища данных, к которым осуществляется доступ;
- ERD (Entity-Relationship Diagrams — диаграммы «сущность–связь») — способ определения данных и отношений между ними, обеспечивающий детализацию хранилищ данных проектируемой системы, включая идентификацию объектов (сущностей), свойств этих объектов (атрибутов) и их отношений с другими объектами (связей);
- STD (State Transition Diagrams — диаграммы переходов состояний) — методология моделирования последующего функционирования системы на основе ее предыдущего и текущего функционирования;
- CRN (Color Petri Nets — раскрашенные сети Петри) — методология создания динамической модели бизнес-процесса, позволяющая проанализировать зависящие от времени характеристики процесса и распределение ресурсов для входящих потоков различной структуры;

- ABC (Activity Based Costing — функционально-стоимостный анализ) — метод определения стоимости и других характеристик изделий и услуг на основе функций и ресурсов, задействованных в бизнес-процессах.

Используя перечисленные средства, можно создать полное описание информационной системы по принципу «как есть» и «как должно быть» [4]. Для его подготовки проводится информационное обследование, в ходе которого осуществляется изучение структуры информационных процессов в подразделениях ФОИВ, подлежащих автоматизации.

5 Типовая структура информационных процессов в федеральных органах исполнительной власти

Анализ отечественного опыта проведения в различные периоды времени работ по автоматизации и информатизации органов управления различной принадлежности показывает, что они направлены на реализацию информационных процессов с применением новых технологий. При этом практически на любой стадии развития общества в структуре информационных процессов можно было выделить следующие их группы:

- основные информационные процессы в автоматизированной системе, связанные с обработкой информации;
- обеспечивающие информационные процессы, связанные с хранением и передачей информации;
- вспомогательные информационные процессы, связанные с добыванием информации, с источниками информации, с приведением получаемой информации к приемлемому виду ее представления.

Вполне возможно выделение и других видов процессов, которые формируются разработчиками и для их реализации применяются различные технологические средства, вместе с тем задача обеспечения слаженного информационного процесса и его рациональная степень автоматизации является весьма сложной. Именно в этом на основе эффективного построения информационных процессов, взаимосвязанных между собой, целесообразно искать источник придания автоматизированной системе нового системного качества, эмерджентности, т. е. таких свойств, которыми не обладают составляющие ее элементы.

На рис. 3 представлена структура типовых информационных процессов в АИС.

Среди основных информационных процессов в автоматизированной системе следует выделить внутренние процессы, определяющие подготовку входных данных, их обработку по заданным правилам и алгоритмам и подготовку выходных данных. Взаимодействующие процессы обеспечивают основу для выработки

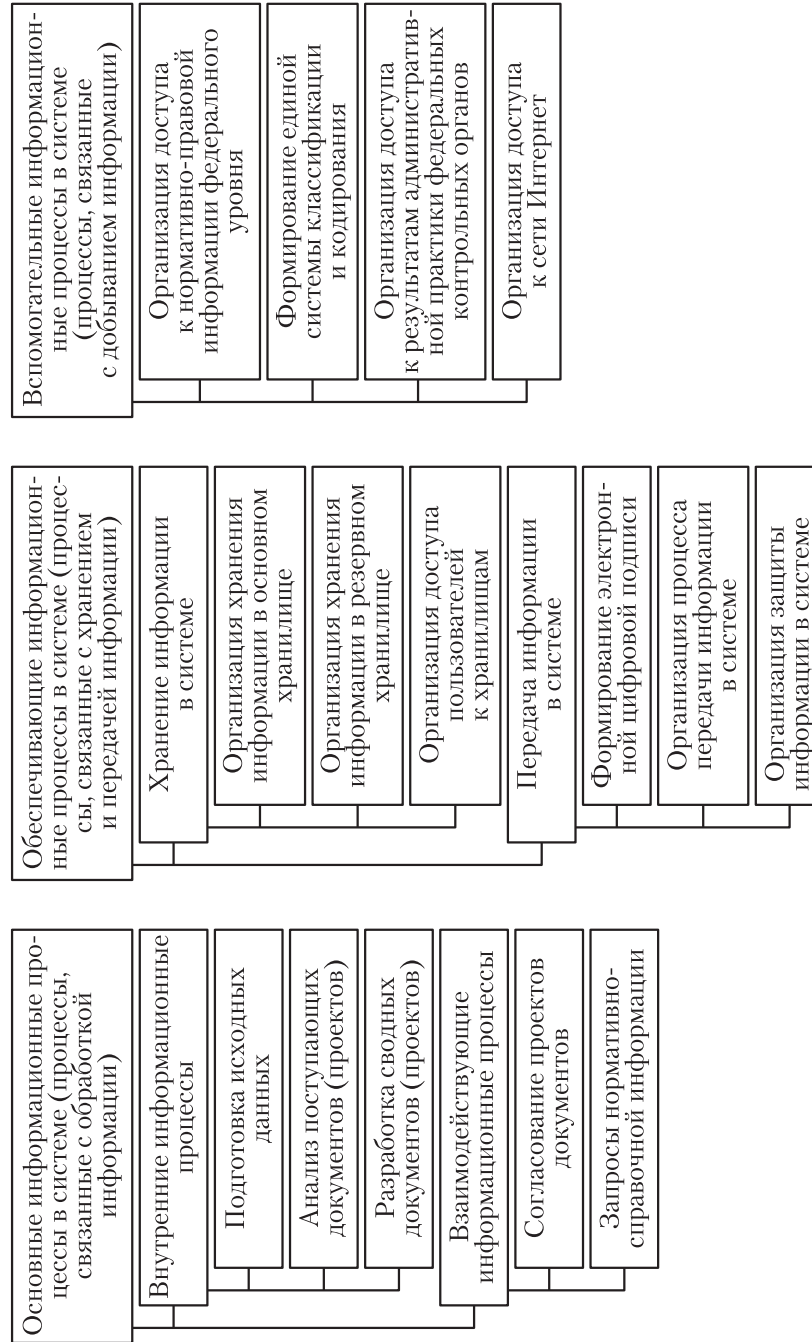


Рис. 3 Структура типовых информационных процессов в АИС ФОИИВ

консолидированных результатов на фоне действующей нормативной базы, регламентирующей деятельность организации в ее предметной сфере. Основные информационные процессы должны формироваться на начальных стадиях разработки автоматизированной системы с учетом придания ей необходимого разнообразия состояний [5], чтобы обеспечить ее устойчивое функционирование в условиях комплексного взаимодействия с конфликтующими процессами развития угроз и опасностей.

К обеспечивающим информационным процессам в автоматизированной системе целесообразно отнести процессы хранения, передачи и распределения информации с учетом обеспечения ее защиты от несанкционированного доступа к ней и обеспечения ее целостности.

Группу вспомогательных информационных процессов составляют процессы добывания информации в предметной сфере деятельности, формирования информационных ресурсов нормативно-правовой, справочной информации, классификаторов и словарей, информации об оценке деятельности данного органа управления федеральными контрольными органами, а также представление информации в требуемом для ее пользователей виде.

Четкое представление типового информационного процесса разработчиками АИС должно составить основу для изучения направлений его совершенствования с учетом новых задач и функций систем по их реализации. В этой связи на стадии предпроектного исследования направлений создания и развития АИС важная роль отводится информационному обследованию объектов заказчика.

6 Методические подходы к организации и проведению информационного обследования федеральных органов исполнительной власти

Информационное обследование ФОИВ в ходе выполнения работ по их информатизации и автоматизации деятельности должностных лиц и специалистов проводится на стадии формирования требований к автоматизированной системе в соответствии с ГОСТ 34.601-90 [6]. Содержание обследования в соответствии с этим ГОСТ направлено на изучение функциональной структуры органов управления и информационных потребностей подразделений. Вместе с тем, он не регламентирует в полной мере информационные аспекты в ходе обследования и, прежде всего, изучение информационного процесса, в котором участвуют подразделения органа управления, должностные лица и специалисты и в котором интегрируется их деятельность. В то же время, в соответствии с современными нормативными документами ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000-1-2010 [7] и проектом ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000-2 предусматривается описание взаимосвязанных процессов управления услугами, предоставляемыми автоматизированной системой, что представляет собой современную нормативную основу для уточнения

методических подходов к созданию автоматизированных систем управления и информационных систем [8].

Общими целями информационного обследования ФОИВ являются:

- изучение структуры основных, обеспечивающих и вспомогательных информационных процессов в предметной сфере деятельности подразделений ФОИВ, подлежащих автоматизации;
- анализ информационных потоков в процессе информационного взаимодействия подразделений ФОИВ в заданной сфере их деятельности, их состава, направлений распределения, порядка обработки, передачи и выполнения требований по защите информации;
- выявление потребностей по совершенствованию информационного взаимодействия подразделений ФОИВ в заданной сфере их деятельности.

Конечными целями информационного обследования являются:

- выявление (уточнение) объектов автоматизации в системе управления и построение их информационных моделей;
- составление перечня программных средств и баз данных, необходимых для автоматизации управленческой деятельности;
- определение порядка работы должностных лиц с использованием средств автоматизации;
- проведение предварительной оценки повышения производительности и качества управленческой деятельности должностных лиц с использованием предлагаемых средств автоматизации;
- оценка предполагаемых затрат различных ресурсов, включая необходимый состав технических средств.

Важнейшей целью информационного обследования является разработка информационных моделей управленческой деятельности и отдельных ее элементов (объектов автоматизации). Информационная модель управленческой деятельности (объекта автоматизации) представляет собой описание информационных потоков, определяющих основное содержание деятельности органа управления и (или) должностных лиц. Конкретный вид информационной модели определяется типом объекта автоматизации: при автоматизации деятельности органа управления или должностного лица — это перечень взаимосвязанных задач управления; при автоматизации задачи управления — перечень взаимосвязанных информационных процедур; при автоматизации информационной процедуры — это описание трех взаимосвязанных элементов:

- (1) входной информации, которая может (или должна) использоваться в процессе реализации данной процедуры;

- (2) выходной информации, которая должна получаться в результате выполнения процедуры;
- (3) механизмов переработки входной информации в выходную.

В перечне объектов ФОИВ, планируемых для проведения автоматизации в заданной сфере деятельности, указываются их принадлежность, подчиненность и существующая схема информационного взаимодействия.

Организационная структура описывается графически в виде дерева, которое отражает подчиненность и структуру подразделений. На основе описания организационной структуры осуществляется выбор подразделений, подлежащих обследованию. К их числу относятся подразделения, непосредственно задействованные в технологических процессах, подлежащих автоматизации. После определения состава обследуемых подразделений проводится собственно обследование.

Методы обследования:

- опрос (интервьюирование) должностных лиц или полномочных представителей ФОИВ (от подразделения функционального заказчика данного ФОИВ, от подразделения по защите государственной тайны и при необходимости от других подразделений), в интересах которых проводится выполнение работ по автоматизации в заданной сфере деятельности;
- изучение и анализ организационно-распорядительных документов по организации работы в заданной сфере деятельности подразделений ФОИВ.

Методические материалы для проведения обследования:

- тактико-техническое задание на проведение опытно-конструкторской работы по разработке автоматизированной системы;
- организационно-распорядительные и нормативно-методические документы, регламентирующие содержание и порядок работы подразделений ФОИВ в предметной сфере деятельности;
- методические рекомендации по проведению информационного обследования подразделений ФОИВ, планируемых к проведению работ по их автоматизации;
- типовый проект Акта информационного обследования подразделений ФОИВ.

Содержание обследования:

- изучение роли, места и задач подразделения ФОИВ в системе органов государственного управления, участвующих в заданной сфере деятельности, анализ нормативной правовой, нормативно-методической и организационно-распорядительной документации, определяющей его задачи, полномочия и ответственность;

- изучение документов и материалов по классификации и кодированию информации в заданной сфере деятельности подразделения ФОИВ;
- анализ процессов в заданной сфере деятельности подразделения ФОИВ, их взаимной связи как в составе подразделения, так и с внешними процессами при межведомственном взаимодействии подразделений ФОИВ. Выявление потребностей подразделений ФОИВ по унификации процессов и их дополнительной регламентации;
- выявление основных и обеспечивающих процессов в заданной сфере деятельности, анализ их взаимной связи в рамках деятельности подразделений ФОИВ;
- изучение документации, регламентирующей деятельность органа управления или должностного лица, а также проведение экспертного опроса конкретных должностных лиц;
- изучение предложений подразделений по совершенствованию их деятельности в заданной сфере;
- в ходе информационного обследования представителями рабочей группы заполняются анкеты по результатам опроса (интервьюирования) полномочных представителей подразделения ФОИВ:
 - анкета «Функции и процессы по их реализации»;
 - анкета «Отчетные формы в заданной сфере деятельности»;
 - анкета «Нормативно-справочная и организационно-распорядительная документация в подразделениях ФОИВ в заданной сфере деятельности»;
 - анкета «Обеспечение защиты информации, существующие подходы, исходные данные для разработки модели угроз, нарушителя и политики информационной безопасности»;
- информационное обследование подразделений ФОИВ проводят рабочие группы в составе представителей от заказчика, от подразделения функционального заказчика ФОИВ, в интересах которого проводится выполнение работ по автоматизации деятельности в заданной сфере, и от головного исполнителя работ;
- руководителем рабочей группы назначается представитель от ФОИВ, в котором проводится информационное обследование, его заместителем — представитель от головного исполнителя опытно-конструкторской работы (ОКР);
- дата и время проведения информационного обследования согласовывается с подразделением функционального заказчика ФОИВ и заказчиком;

- сотрудники, направляемые руководством подразделений функционального заказчика ФОИВ для участия в проведении информационного обследования, должны быть уполномочены сообщить рабочей группе необходимую информацию в части организации информационных процессов, общей структуры информационных ресурсов, нормативных правовых, нормативно-методических и организационно-распорядительных документов, регламентирующих деятельность подразделений в заданной сфере;
- порядок ознакомления специалистов от головного исполнителя ОКР по автоматизации подразделений ФОИВ в ходе проведения информационного обследования с перечнем и содержанием (в части касающейся) документов, может уточняться в ходе проведения обследования руководителем подразделения функционального заказчика от ФОИВ;
- информационное обследование осуществляется путем проведения опроса (интервьюирования должностных лиц или полномочных представителей подразделений ФОИВ и изучения необходимой документации);
- результаты информационного обследования в подразделении ФОИВ оформляются актом.

7 Заключение

Выбор методического подхода к информационному обследованию объектов автоматизации ФОИВ оказывает существенное влияние на процесс его проведения и результативность, так как от этого во многом зависит конкретная направленность проведения исследований и разработок. Предложено комплексное применение системного, функционального, директивного, ситуационного и процессного подходов к созданию АИС из их обширного перечня, известного в настоящее время.

Между этими подходами к исследованию, как и между научными направлениями, практически нет четких границ, поскольку они используют примерно одни и те же способы, приемы, принципы. Поэтому часть из них действительно можно рассматривать как подходы, реально используемые в методологии исследования и практике проведения разработок АИС, а некоторые из них являются частными случаями других подходов.

Стремление разработчиков в области информационных технологий выделить наиболее объективные сущности в предметной сфере разработок автоматизированных систем, которые определяют их системное качество и основные свойства, приводит к необходимости широкого применения процессного подхода, в основе которого находятся основные, обеспечивающие и вспомогательные информационные процессы. Именно их первоочередное изучение на объектах ФОИВ, подлежащих автоматизации, позволяет в наиболее полной мере реализовать в

ходе разработок современные достижения информационных технологий, а на основе совершенствования информационных процессов в автоматизированной системе перейти к созданию перспективных интегрированных многофункциональных систем различного назначения.

Представленные методические рекомендации по проведению информационного обследования объектов заказчика, подлежащих автоматизации и информатизации, апробированы на практике и позволили реализовать современные информационные технологии в практике создания АИС ведомственного назначения.

Литература

1. *Фатхутдинов Р. А.* Управленческие решения: Учебник. — 6-е изд., испр. и доп. — М.: ИНФРА-М, 2005.
2. *Фатхутдинов Р. А.* Стратегический менеджмент: Учебник. — М.: Изд-во Дело, 2005. 460 с.
3. *Пригожин А. И.* Методы развития организаций. — М.: МЦФЭР, 2003. 864 с.
4. *Черемных С. В.* Моделирование и анализ систем: IDEF-технологии: практикум. — М.: Финансы и статистика, 2004. 152 с.
5. *Эшби У. Р.* Введение в кибернетику. — М.: Иностран. лит., 1959. 432 с.
6. ГОСТ 34.601-90. Автоматизированные системы. Стадии создания.
7. ГОСТ Р ИСО/МЭК 20000-1-2010. Информационная технология. Менеджмент услуг. 4.1. Спецификация.
8. *Зацаринный А. А., Козлов С. В., Сучков А. П.* Некоторые организационные вопросы создания автоматизированных информационно-телекоммуникационных систем // Системы и средства информатики: Спец. вып. — М.: Наука, 2008.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СЕТИ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРПОРАТИВНОЙ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ СВЯЗИ

С. А. Денисов¹, Ю. С. Ионенков², В. А. Кондрашев³

Аннотация: Описаны подходы к созданию корпоративной мультисервисной телекоммуникационной сети в части интеграции ее территориально распределенных фрагментов, рассмотрены способы обеспечения качества обслуживания в мультисервисных телекоммуникационных сетях, сформулирована необходимость методики расчета множества арендуемых услуг определенного качества, определены исходные данные и требования для методики.

Ключевые слова: мультисервисная сеть; аренда услуг передачи информации; качество обслуживания; расчет профиля услуг

1 Введение

Преимущества единой корпоративной интегральной сети связи, используемой всеми распределенными системами корпорации, в том числе для передачи трафиков разной природы (данные, голос, видео), с точки зрения снижения интегральных эксплуатационных расходов на организацию связи необходимого качества общепризнаны. Практически все крупные географически распределенные корпорации организуют свои компьютерные информационные системы, корпоративную телефонию и видеоконференцсвязь в рамках единой телекоммуникационной инфраструктуры с объединенной службой эксплуатации. Наличие в корпорации нескольких несвязанных телекоммуникационных сетей для различных применений обычно диктуется особенностями ведения корпоративного бизнеса и является либо обоснованным исключением из правил экономической целесообразности, либо унаследованным решением, модернизация которого ожидает инвестиций.

Первым широко распространенным практическим воплощением идеи создания интегральной телекоммуникационной сети для информационных потоков разной природы является сеть ISDN (Integrated Services Digital Network —

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, sdn@ipi.ac.ru

²Институт проблем информатики Российской академии наук, UIonenkov@ipiran.ru

³Институт проблем информатики Российской академии наук, vd@ipi.ac.ru

цифровая сеть с интеграцией обслуживания), стандарты которой были разработаны в 1980-х гг. Международным консультационным комитетом по телефонии и телеграфии (МККТТ, ныне МСЭ-Т — Сектор стандартизации электросвязи Международного союза электросвязи). Сеть ISDN позволяет совместить услуги телефонной связи и обмена данными с использованием существующей «медной» телефонной кабельной сети по технологии TDM (Time Division Multiplexing, мультиплексирование по времени).

К настоящему времени пройден более чем 30-летний путь развития технологий интеграции разнородных трафиков в сетях SDH, Frame Relay, ATM, Ethernet, MPLS. Заслуженно и обоснованно все большую популярность в проводных информационных сетях приобретают технологии пакетного мультиплексирования каналов для передачи разнородной информации. Именно эти технологии заняли лидирующее положение в концепции сети следующего поколения (NGN — Next Generation Network, Рекомендации МСЭ-Т серии Y.2000 с 2004 г.), базирующейся на современных достижениях развития сетей IP и MPLS.

Общепринятым принципом проектирования и создания (модернизации) современной корпоративной сети является принцип мультисервисности как один из основополагающих принципов сети NGN. Под корпоративной мультисервисной сетью понимается инфраструктура, состоящая из связанных территориально распределенных локальных вычислительных сетей, позволяющая пользователю передавать, принимать и обрабатывать различную по виду и объему информацию в единой сети передачи данных на основе единых организационных и технологических принципов, обеспечивающих требуемое качество передачи информации.

При проектировании мультисервисной информационно-телекоммуникационной сети можно сформулировать основные и дополнительные требования к параметрам создаваемой сети [1]. К основным параметрам сети относят:

- производительность — скорость передачи и обработки информации в сети;
- надежность — свойство сети сохранять во времени в установленных пределах значения определенных параметров, характеризующих способность сети выполнять требуемые функции в заданных условиях применения и технического обслуживания;
- управляемость — способность сети изменять свое состояние в заданных пределах при воздействиях органов управления;
- масштабируемость — возможность изменения числа пользователей и пользовательских приложений;
- защищенность — способность сети противостоять несанкционированному доступу к ее ресурсам, а также их искажению и разрушению.

С дополнительными параметрами сети связывают свойства ее мультисервисности:

- мультисервисность — независимость технологий предоставления услуг от транспортных технологий;
- широкополосность — возможность гибкого и динамичного изменения скорости передачи информации в широком диапазоне в зависимости от текущих потребностей абонента;
- мультимедийность — способность сети передавать многокомпонентную информацию (речь, данные, аудио, видео) с необходимой синхронизацией этих компонент в реальном времени;
- качество обслуживания (QoS — Quality of Service) — способность сети обеспечить требуемые вероятностно-временные характеристики передачи информации.

Определяющими параметрами качества обслуживания для современных мультисервисных сетей на основе протокола IP в соответствии с Рекомендациями МСЭ-Т [2] являются:

- полоса пропускания (bandwidth);
- задержка при передаче пакета (delay);
- колебание (вариация) задержки (джиттер) при передаче пакетов (jitter);
- потеря пакетов (packet loss).

Конкретный перечень параметров качества обслуживания определяется типом приложения телекоммуникационной сети. Например, для передачи голосового трафика при ведении диалога особое внимание уделяется двум параметрам качества обслуживания: задержке и вариации задержки, при этом допускается потеря некоторой части пакетов.

2 Основные подходы к созданию корпоративной мультисервисной телекоммуникационной сети связи

Объективно к настоящему моменту сформировались несколько основных способов создания корпоративной мультисервисной телекоммуникационной сети [3]. В части интеграции ее территориально распределенных фрагментов можно выделить два подхода:

- (1) построение собственной телекоммуникационной сети связи;
- (2) аренда ресурсов сети общего пользования (СОП).

Построение собственной телекоммуникационной сети связи предполагает значительные первоначальные финансовые вложения на приобретение и прокладку кабеля, аренду кабельной канализации, приобретение телекоммуникационного оборудования.

В настоящее время лишь крупнейшим корпорациям-монополистам под силу использовать первый способ построения корпоративной мультисервисной телекоммуникационной сети, для которых затраты на построение собственной телекоммуникационной сети незначительны по сравнению с затратами на создание или эксплуатацию производственной инфраструктуры.

Прокладка кабельных трасс для построения собственной телекоммуникационной сети связи осуществляется корпорациями вдоль объектов своей производственной инфраструктуры. Например, железнодорожные предприятия прокладывают кабели вдоль железнодорожного полотна, нефтяные и газовые — вдоль нефтепроводов и газопроводов.

Второй подход к созданию мультисервисной корпоративной телекоммуникационной сети, в свою очередь, основывается на следующих видах аренды:

- аренды каналов и трактов связи;
- аренды услуг передачи информации.

До недавнего времени доминирующим вариантом интеграции территориально распределенных фрагментов единой мультисервисной корпоративной сети был первый вариант создания корпоративной сети, основанный на организации канала связи постоянной гарантированной пропускной способности независимо от способа его организации (аренда выделенного постоянного канала, аренда коммутируемого канала, аренда канала с коммутацией пакетов).

Под выделенным каналом будем понимать непрерывный составной физический канал, образованный из последовательно соединенных отдельных канальных участков, для прямой передачи данных между узлами.

Построение корпоративной мультисервисной сети на основе аренды выделенных каналов связи целесообразно в случае передачи по корпоративной сети трафика постоянной природы (данные, голос, видео), без резких пульсаций, со средней интенсивностью, составляющей 80%–90% максимально возможной интенсивности передачи. В этом случае полоса пропускания канала связи используется максимально эффективно, а значит затраты на аренду канала, связанные с переплатой за неиспользуемую часть полосы пропускания канала связи, сводятся к минимуму.

Построение корпоративной мультисервисной сети на основе аренды коммутируемого канала применяется в случае, если по корпоративной сети передаются потоки данных постоянной скорости, когда единицей коммутации является не отдельный байт или пакет данных, а недолговременный поток данных между двумя абонентами (например, телефонный разговор, сеанс видеоконференцсвязи). Достоинством коммутации каналов является отсутствие задержек при передаче информации после установления соединения. К недостаткам можно отнести неэффективное использование пропускной способности канала из-за наличия временных пауз в потоке данных между оконечными устройствами и возможные отказы сети на запрос установления соединения.

Построение корпоративной мультисервисной сети на основе аренды канала с коммутацией пакетов применяется в случае передачи по корпоративной сети трафика разной природы, имеющего пульсирующий характер, с прогнозируемыми всплесками интенсивности, со средней интенсивностью, составляющей 20%–80% максимально возможной. Достоинством данного способа является высокая общая пропускная способность сети при передаче пульсирующего трафика. Недостатком — необходимость иметь оплачиваемый постоянный запас пропускной способности канала связи, который используется изредка при возникновении всплесков интенсивности трафика.

По мере расширения спектра услуг, предоставляемых оператором связи, при создании распределенной корпоративной мультисервисной сети появилась возможность оптимизировать свои эксплуатационные расходы за счет аренды услуг передачи информации. Несмотря на очевидные в ряде случаев экономические преимущества аренды услуги вместо аренды канала, корпорации недостаточно широко используют аренду услуги передачи информации с определенным качеством обслуживания к созданию своей сети. Сдерживающим фактором создания корпоративных мультисервисных сетей с арендой услуг передачи информации, по мнению авторов статьи, является отсутствие достаточно полных и универсальных методик:

- расчета требуемого ресурса каналов связи с арендуемыми услугами, учитывая возможности оператора связи;
- расчета последствий аренды ресурса каналов связи с арендуемыми услугами меньше требуемого;
- выработки практических решений в случае аренды ресурса каналов связи с арендуемыми услугами меньше требуемого.

Рассмотрим более подробно оба подхода (аренду канала и аренду услуги передачи информации) к созданию корпоративной сети, чтобы определить для каждого из них эффективные случаи его применения.

Аренда цифровых каналов предусматривает организацию канала связи постоянной гарантированной пропускной способности, параметры загрузки которого определяются арендатором.

Требуемое качество обслуживания разнородного трафика на арендуемых каналах связи обеспечивается силами корпорации в соответствии с ее потребностями за счет применения существующих технологий мультиплексирования каналов. Основными способами обеспечения качества обслуживания в мультисервисных телекоммуникационных сетях являются:

- резервирование ресурсов сети;
- организация очередей с приоритетным обслуживанием трафиков разного класса.

Способ резервирования ресурсов реализован в технологиях построения телекоммуникационных сетей Frame Relay и АТМ (Asynchronous Transfer Mode), а также предлагается интегральной моделью качества обслуживания в сетях IP — IntServ (Integrated Services, RFC-1633).

В интегральной модели качества обслуживания приложение, которому требуется обслуживание трафика с определенным качеством, запрашивает резервирование ресурсов сети. Зарезервированные ресурсы сети становятся недоступны другим приложениям.

Достоинство IntServ-модели заключается в том, что в случае успешного резервирования ресурсов приложение гарантированно получает постоянную требуемую пропускную способность канала связи с заданными параметрами качества обслуживания, обеспечиваемыми сетью.

Недостатками этого способа обеспечения качества обслуживания в мультисервисной сети являются:

- невозможность использования зарезервированных ресурсов сети в случае их недозагрузки;
- большой объем служебного трафика, что негативно сказывается на пропускной способности сети;
- ресурсоемкость маршрутизаторов сети, хранящих и обрабатывающих информацию о состоянии всех потоков, зарезервировавших ресурсы сети.

Перечисленные недостатки повышают стоимость сети и служат серьезным препятствием широкому применению интегральной модели качества обслуживания в корпоративных мультисервисных телекоммуникационных сетях.

Альтернативой интегральной модели является модель дифференцированного качества обслуживания в сетях IP — DiffServ (Differentiated services, RFC-2474 и RFC-2475), предлагающая организацию очередей с приоритетным обслуживанием трафиков разного класса.

В DiffServ-модели вместо обслуживания трафика, основанного на требованиях отдельного потока (канала связи), осуществляется классификация (дифференциация) трафика. Каждый маршрутизатор в сети может обслужить трафик, основанный на его классе. Каждым классом трафика можно управлять по-разному.

Недостаток DiffServ-модели в том, что не гарантируется выполнение установленного для потока требуемого качества обслуживания в случае исчерпания ресурсов сети. Фактически модель обслуживания выполняет упорядочивание информационных потоков в зависимости от определенных правил обслуживания каждого потока.

Однако, как показала практика, DiffServ-модель лучше обрабатывает взрывные непредсказуемые потоки информации, свойственные локальным сетям [4].

Реализация DiffServ-модели встроена в современное сетевое оборудование лидирующих фирм производителей в области телекоммуникационных технологий, таких как Cisco Systems, Juniper Networks, Alcatel Lucent.

В результате, DiffServ-модель является наиболее оптимальным и популярным видом обеспечения качества обслуживания в корпоративных мультисервисных сетях. При этом единственным способом борьбы с взрывным трафиком локальных сетей является увеличение емкости очередей и аренда каналов связи с завышенной пропускной способностью. Следствием этого является низкая доля суточного (с учетом дневного и ночного трафика), недельного (с учетом трафика выходных дней), годового (с учетом трафика праздничных дней) использования оплаченной постоянной пропускной способности канала, что существенно увеличивает интегральную стоимость передачи единицы информации.

Несмотря на высокую стоимость владения мультисервисной сети, основанной на аренде цифровых каналов связи, данный способ является традиционным для создания корпоративных телекоммуникационных сетей с обеспечением требуемого качества обслуживания в условиях отсутствия других видов аренды.

Аренда услуги передачи информации — относительно новое предложение операторов связи во многих регионах России. При аренде услуги передачи информации оператор связи предоставляет арендатору информационный канал с определенной пропускной способностью и требуемого качества обслуживания для передачи различных видов информации. Совокупность информационного канала связи определенной пропускной способности и качества обслуживания называется профилем качества обслуживания.

Традиционными арендуемыми услугами передачи информации являются:

- best-effort — услуга передачи трафика, не критичного к задержкам, колебаниям задержки и потерям пакетов;
- business-critical — услуга передачи трафика, критичного к потерям пакетов;
- real-time — услуга передачи трафика, критичного к потерям пакетов, задержкам и колебаниям задержки.

Для каждой услуги передачи информации определяется скорость передачи информации. Сумма гарантированных скоростей передачи информации для услуг составляет пропускную способность канала связи.

Арендатор должен самостоятельно классифицировать свой трафик (соотнести с одной из услуг передачи информации). Строгих правил для этого не существует. Например, по желанию можно весь компьютерный трафик (трафик электронной почты, интерактивный web-трафик, трафик репликации баз данных) отнести к классу business-critical и оплачивать его в соответствии с этой услугой. Можно выполнить более экономичную классификацию и, например, соотнести трафик электронной почты с услугой best-effort. Трафик интерактивного голосового и видеообмена обычно соотносят с классом real-time, если требуется обеспечить его качество.

Рассмотрим пример: скорость передачи информационного канала — 10 Мбит/с. Качество обслуживания информации обеспечивается в соответствии с профилем порта: 25% трафика — класса real-time, остальной трафик — класса best-effort. Это означает, что трафик интерактивного голосового и видеообмена, классифицированный как real-time, будет передаваться на скорости 2,5 Мбит/с и значения параметров потери пакетов, задержки и колебания задержки будут находиться в пределах, обеспечивающих качество передачи информации в сети оператора связи для данного вида трафика. Любой другой трафик будет передаваться на скорости 7,5 Мбит/с, и значения параметров потери пакетов, задержки и колебания задержки будут находиться в пределах «лучшего из возможного» с нерегламентированными потерями пакетов и задержками в сети.

Аренда услуги передачи информации имеет ряд преимуществ, которые делают ее выгодным способом построения корпоративных мультисервисных телекоммуникационных сетей:

- качество обслуживания информации, передаваемой между территориально распределенными фрагментами сети, обеспечивает оператор связи, что сокращает дополнительные затраты на приобретение технических и программных средств управления этим трафиком;
- арендная плата в большей степени зависит от объема передаваемой информации (полезной нагрузки) и от арендованных услуг (профиля порта), а не от постоянной пропускной способности канала;
- имеется возможность динамического управления услугами (например, доаренда услуги в условиях ожидаемого увеличения трафика или отказ от аренды какой-либо услуги).

Основным недостатком аренды услуги передачи информации, как отмечалось выше, является отсутствие полных и универсальных методик (см. с. 55).

3 Методика расчета требуемого ресурса каналов связи с арендуемыми услугами передачи информации

Наличие методики расчета требуемого ресурса каналов связи с арендуемыми услугами позволит выбрать наилучший вариант аренды услуги передачи информации в соответствии с каким-либо периодом аренды. Например:

- аренду одного канала с услугами передачи информации повышенного качества (business-critical, real-time) — самый дорогой вариант, если есть необходимость обеспечения высокого качества обслуживания для всех приложений, функционирующих в корпоративной сети;
- аренду одного канала и самой простой услугой передачи информации best-effort — наиболее дешевый вариант, если в корпоративной сети функцио-

нируют приложения, не предъявляющие каких-либо требований к качеству обслуживания трафика;

- аренду одного канала и определенных услуг и доаренда услуги или канала в случае возникновения потребности в услуге, в том числе создающей дефицит пропускной способности основного канала, на краткосрочное, длительное или постоянное время.

Наличие методики расчета последствий аренды ресурса каналов связи с арендуемыми услугами меньше требуемого позволит оценить влияние недостаточного ресурса каналов связи на качественное выполнение функциональных требований к корпоративной мультисервисной сети.

Наличие методики выработки практических решений обеспечит обоснование сокращения функциональных требований к корпоративной мультисервисной сети с целью качественного выполнения наиболее важных из них.

В целом методика расчета требуемого ресурса каналов связи с арендуемыми услугами позволит производить расчет множества арендуемых информационных каналов определенного профиля при известных параметрах корпоративного трафика заданного качества (рис. 1).

Предположим, что по корпоративной сети передается множество сетевых трафиков $X = \{x_1, \dots, x_i, \dots, x_n\}$, $i = 1, \dots, n$, для каждого из которых известна его интенсивность $I = \{i_{x1}, \dots, i_{xi}, \dots, i_{xn}\}$, где $i = 1, \dots, n$, $\forall x \exists i_x$, $i_x \in I$.

Оператор связи предоставляет множество информационных каналов с определенной пропускной способностью $B = \{b_1, \dots, b_i, \dots, b_m\}$, $i = 1, \dots, m$ и услуги передачи различных видов информации:

- k_1 — услуга передачи информации real-time;
- k_2 — услуга передачи информации business-critical;
- k_3 — услуга передачи информации best-effort.

Совокупность информационного канала связи определенной пропускной способности и услуг передачи информации называется профилем качества обслуживания Q , для которого определена стоимость аренды Pq_k : $Q = \{q_1, \dots, q_i, \dots, q_k\}$, где $q_k = \{b_i, k_j\}$, $k = 1, \dots, m$, $i = 1, \dots, n$, $j = 1, \dots, 3$.

Для каждой услуги передачи информации определяется скорость передачи информации $B_k = \{b_{k1}, b_{k2}, b_{k3}\}$, где $b_{ki} = k_j b_i$, $i = 1, \dots, k$, $j = 1, \dots, 3$. При этом сумма скоростей передачи информации для услуг составляет пропускную

способность канала связи $\sum_{i=1}^3 b_{ki} = B$.

После самостоятельной экспертной классификации трафика арендатором получим функцию $(\alpha : X \rightarrow K)$, результатом которой будет являться множество $X_k = \{x_{k1}, x_{k2}, x_{k3}\}$, состоящее из трех видов трафика таких, что $k = \alpha(X_k)$.

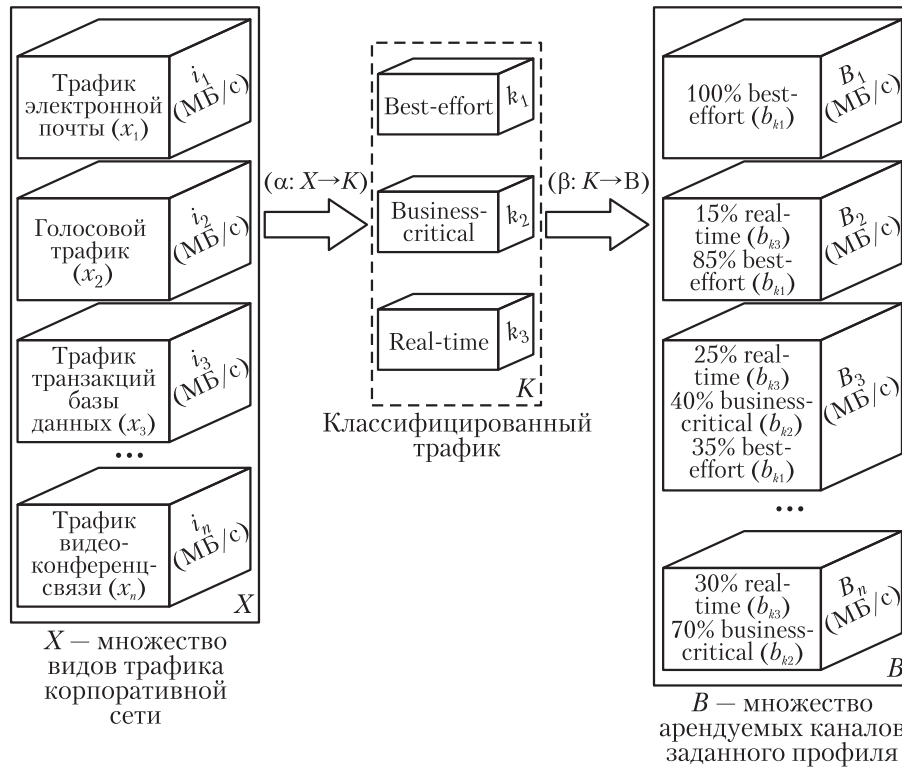


Рис. 1 Схема расчета множества арендуемых информационных каналов определенного профиля

Для каждого из них известна интенсивность — множество $I_{xk} = \{i_{xk1}, i_{xk2}, i_{xk3}\}$. При этом суммарная интенсивность классифицированного трафика равна суммарной интенсивности всего трафика, передаваемого по корпоративной сети

$$\sum_{i=1}^3 i_{xkn} = I.$$

Таким образом, с помощью методики необходимо рассчитать множество арендуемых каналов и услуг (отобразить классифицированный трафик на профиль (профили) качества обслуживания ($\beta: X_k \rightarrow Q$)) так, чтобы:

- затраты на аренду услуги передачи информации были минимальными $\sum Pq \rightarrow \min$;
- распределение классифицированного трафика по услугам передачи информации было оптимальным: для каждого i_{xki} и b_{ki} , $i = 1, \dots, 3$, должно выполняться $b_{ki} - i_{xki} \rightarrow 0$.

4 Пример расчета параметров профиля услуги передачи информации

Рассмотрим пример расчета требуемого ресурса каналов связи с услугами передачи информации.

По корпоративной сети передается непрерывный поток трафика:

- видеоконференцсвязи с интенсивностью 768 Кбит/с;
- синхронизации баз данных с интенсивностью 15 Кбит/с;
- сеанса удаленного рабочего стола с интенсивностью 56 Кбит/с;
- электронной почты с интенсивностью 10 Кбит/с;
- запросов к web-серверу с интенсивностью 10 Кбит/с.

Суммарная интенсивность всех видов трафика составляет 859 Кбит/с.

После самостоятельной экспертной классификации трафика арендатором получаем множество $X_k = \{x_{k1}, x_{k2}, x_{k3}\}$, состоящее из трех видов трафика таких, что:

x_{k1} (real-time) — трафик видеоконференцсвязи;

x_{k2} (business-critical) — трафик синхронизации баз данных и трафик сеанса удаленного рабочего стола;

x_{k3} (best-effort) — трафик электронной почты и трафик запросов к web-серверу.

Для каждого из видов трафика множества X_k вычисляем интенсивность:

$$i_{xk1} = 768 \text{ Кбит/с};$$

$$i_{xk2} = 15 \text{ Кбит/с} + 56 \text{ Кбит/с} = 71 \text{ Кбит/с};$$

$$i_{xk3} = 10 \text{ Кбит/с} + 10 \text{ Кбит/с} = 20 \text{ Кбит/с}.$$

При этом суммарная интенсивность классифицированного трафика равна суммарной интенсивности всего трафика, передаваемого по корпоративной сети

$$\sum_{n=1}^3 i_{xkn} = I.$$

Оператор связи предоставляет услугу построения корпоративной сети связи в соответствии с тарифами.

Таким образом, получаем множество профилей качества обслуживания $Q = \{q_1 — \text{medium}, q_2 — \text{silver}, q_3 — \text{gold}, q_4 — \text{platinum}, q_5 — \text{brilliant}\}$, для каждого из которых определена стоимость аренды Pq_k , $k = 1, \dots, 5$ в соответствии с гарантированной скоростью передачи (табл. 1).

Для каждой услуги в каждом профиле качества обслуживания определяется скорость передачи информации $b_{ki}(q_j) = k_i b$, где $i = 1, \dots, 3$, $j = 1, \dots, 5$, например $b_{k3}(q_1) = 0,8 \cdot 1024 = 819,2 \text{ Кбит/с}$ (табл. 2).

При этом сумма скоростей передачи информации для услуг составляет пропускную способность канала связи $\sum_{i=1}^3 b_{ki} = b$.

Таблица 1 Стоимость аренды P_{qk} (руб./мес) в соответствии с гарантированной скоростью передачи информации

Профиль качества обслуживания		Гарантированная скорость передачи данных, Кбит/с		
		512	1024	2048
1	Medium	6 800,00	7 300,00	10 100,00
2	Silver	8 400,00	10 000,00	13 300,00
3	Gold	12 200,00	14 400,00	18 600,00
4	Platinum	15 800,00	18 800,00	24 400,00
5	Brilliant	19 400,00	21 700,00	27 300,00

Примечания: Профиль порта определяется в зависимости от использования услуг передачи информации: medium — 80% трафика класса best-effort; silver — 45% трафика класса business-critical, весь остальной трафик класса best-effort; gold — 75% трафика класса real-time, весь остальной трафик класса best-effort; platinum — 25% трафика класса real-time, 40% трафика класса business-critical, весь остальной трафик класса best-effort; brilliant — 75% трафика класса real-time, весь остальной трафик класса business-critical.

Таблица 2 К определению скорости передачи информации (Кбит/с)

Профили качества обслуживания	Услуги передачи информации	Гарантированная скорость передачи данных, Кбит/с		
		512	1024	2048
q_1 — medium	$k_3 = 0,80$	409,6	819,2	1638,4
q_2 — silver	$k_2 = 0,45$	230,4	460,8	921,6
	$k_3 = 0,55$	281,6	563,2	1126,4
q_3 — gold	$k_1 = 0,75$	384,0	768,0	1536,0
	$k_3 = 0,25$	128,0	256,0	512,0
q_4 — platinum	$k_1 = 0,25$	128,0	256,0	512,0
	$k_2 = 0,40$	204,8	409,6	819,2
	$k_3 = 0,35$	179,2	358,4	716,8
q_5 — brilliant	$k_1 = 0,75$	384,0	768,0	1536,0
	$k_2 = 0,25$	128,0	256,0	512,0

Необходимо рассчитать множество арендуемых каналов и услуг (отобразить классифицированный трафик на профиль (профили) качества обслуживания) так, чтобы:

- распределение классифицированного трафика по услугам передачи информации было оптимальным: для каждого i_{xki} и b_{ki} , $i = 1, \dots, 3$, должно выполняться $b_{ki} - i_{xki} \rightarrow 0$;
- затраты на аренду услуги передачи информации были минимальными: $\sum Pq \rightarrow \min$.

Рассмотрим следующие варианты аренды:

- (1) канал с гарантированной пропускной способностью 1024 Кбит/с с профилем порта gold (75% трафика класса real-time, весь остальной трафик класса best-effort);
- (2) канал с гарантированной пропускной способностью 1024 Кбит/с с профилем порта brilliant (75% трафика класса real-time, весь остальной трафик класса business-critical).

Во всех вариантах аренды условие оптимального распределения $b_{ki} - i_{xki} \rightarrow 0$ для классифицированного трафика x_{k1} и услуги передачи информации k_1 , относящихся к категории real-time, выполняется полностью.

Передача трафика видеоконференцсвязи будет осуществляться с требуемым качеством обслуживания.

Надо отметить, что в первом варианте аренды отсутствует услуга передачи информации k_2 — business-critical. Классифицированный трафик x_{k2} , относящийся к категории business-critical, и классифицированный трафик x_{k3} , относящийся к категории best-effort, будут передаваться совместно, используя услугу передачи информации k_3 , относящуюся к категории best-effort.

Данное распределение классифицированного трафика по услугам передачи информации позволит передавать трафик синхронизации баз данных с возможными потерями в качестве обслуживания.

Условие оптимального распределения $b_{k2} - (i_{xk2} + i_{xk3}) \rightarrow 0$ выполняется с запасом скорости передачи информации, составляющим $256 - (71 + 20) = 165$ Кбит/с.

Стоимость аренды профиля качества обслуживания q_3 (профиль порта gold, гарантированная скорость передачи информации 1024 Кбит/с) составляет 14 400 руб./мес (см. табл. 1).

Во втором варианте аренды распределение классифицированного трафика по услугам передачи информации аналогично первому за исключением услуги передачи информации. Для передачи классифицированного трафика используется услуга передачи информации k_2 , относящаяся к категории business-critical.

Такое распределение классифицированного трафика по услугам передачи информации позволит передавать трафик синхронизации баз данных и трафика сеанса удаленного рабочего стола с требуемым качеством обслуживания.

Стоимость аренды профиля качества обслуживания q_5 (профиль порта brilliant, гарантированная скорость передачи информации 1024 Кбит/с) составляет 21 700 руб./мес (см. табл. 1).

Сравнение двух вариантов аренды ресурса каналов связи и услуг передачи информации показало экономическую выгоду аренды профиля качества обслуживания q_3 при возможных потерях в качестве обслуживания.

В условиях отсутствия методики расчета последствий аренды ресурса каналов связи с арендуемыми услугами меньше требуемого, позволяющей оценить вли-

яние недостаточного ресурса каналов связи на качественное выполнение функциональных требований к корпоративной мультисервисной сети, целесообразно арендовать профиль качества обслуживания q_5 .

5 Заключение

В данной работе рассматриваются подходы к использованию сети общего пользования для создания корпоративной мультисервисной сети в части интеграции ее территориально распределенных фрагментов.

Показано, что в условиях существования в корпоративной мультисервисной сети трафика пульсирующего характера целесообразно использовать аренду услуги передачи информации, которая позволяет оптимизировать эксплуатационные расходы. Отсутствие методической основы для расчета параметров профиля услуги сдерживает применение аренды услуг передачи информации.

В статье предложен концептуальный подход к решению этой задачи. На примере проиллюстрировано практическое применение разрабатываемой методики.

Создание методики с целью ее практического применения при проектировании и эксплуатации корпоративных мультисервисных телекоммуникационных сетей представляется целесообразной и актуальной задачей.

Литература

1. Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С., Козлов С. В. Некоторые вопросы проектирования информационно-телекоммуникационных систем // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2010. 218 с.
2. ITU-T Recommendation Y.1540-Y.1541 Global information infrastructure, Internet protocol aspects and next-generation networks. Quality of service and network performance.
3. Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С., Козлов С. В., Кондрашев В. А. Проблемные вопросы построения телекоммуникационной подсистемы в интересах информационных систем специального назначения // Информационные технологии управления информационными ресурсами двойного применения (IV): Препринт. — М.: ИПИ РАН, 2008. С. 59–67.
4. Leland W. E., Willinger W., Taqqu M. S., Wilson D. V. On the self-similar nature of ethernet // ACM SIGCOMM, Computer Communication Review. — New York, NY, USA, 1994. P. 203–213.

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА БАЗЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ С НИЗКОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТЬЮ КАНАЛОВ*

*Н. А. Грушо*¹

Аннотация: Рассмотрена задача построения семантического кодирования для распределенной сети на базе каналов с низкой пропускной способностью. На примере торговой сети показано, что сжатие семантической информации в заданные временные интервалы позволяет на порядок снизить требования к каналам связи.

Ключевые слова: кодирование; информационные системы; сети

Распределенные системы являются основой современных систем управления и поддержки бизнеса. Гибкая и масштабируемая архитектура распределенных информационных систем (ИС) является необходимым условием их эффективности. Например, любая развивающаяся торговая компания сталкивается с необходимостью расширения офиса, складов и точек сбыта. Организация централизованного хранилища данных, связанных с ним информационных технологий и обеспечения их информационной безопасности — дорогостоящая задача. Необходимо отметить проблему, связанную с низким уровнем квалификации пользователей на удаленных хостах, и возникающую отсюда проблему удаленного администрирования удаленных хостов и сетей из центра. Для защищенного подключения удаленных хостов и локальных сетей к центральному хранилищу данных используется технология VPN (Virtual Private Network — виртуальная частная сеть). Эффективность такой ИС напрямую зависит от качества и пропускной способности каналов связи удаленных хостов или локальных сетей с центральным хранилищем данных. Однако надежные каналы связи с достаточной пропускной способностью не всегда доступны. Так, хорошие каналы — дорогостоящая для большинства коммерческих организаций роскошь, а каналы связи, которые предоставляют районные провайдеры, не обеспечивают непрерывной надежной связи.

Отсюда возникает задача построения распределенной ИС на базе ненадежных каналов связи с низкой пропускной способностью и высокой стоимостью трафика.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 10-01-00480.

¹ Институт проблем информатики Российской академии наук, info@itake.ru

В основе создания централизованных хранилищ данных лежит единый формат данных. Одной из наиболее распространенных технологий, позволяющих реализовать описанную выше распределенную архитектуру, является технология компании Microsoft — Remote Desktop Protocol (RDP). Однако RDP можно с успехом применять, когда речь идет о подключении 1–2 удаленных хостов или локальных сетей. Например, подключение двух клиентов к серверу 1С через RDP порождает примерно 50 МБ трафика. Отметим, что удаленное администрирование, например через Remote Administrator, также требует очень большого объема трафика. В связи с этим возникает идея о передаче только необходимых данных по требованиям с резервированием каналов связи. Однако это решение возможно только в тех случаях, когда в технологическом процессе работы организации возможно четкое выделение необходимых данных.

Отсюда приходим к необходимости сжатия информации не на уровне канала и передачи данных по каналу, а на уровне семантики прикладных процессов. Назовем механизм такого сжатия семантическим кодом.

Семантическое кодирование основано на статистических особенностях языка представления данных. Для обычных языков (текстового представления данных) 20% информации (тема) содержится в описании контекста передаваемой информации. Однако объем описания темы занимает 80% объема текста сообщения; 80% информации текста содержится в конкретных данных (рема). Объем ремы составляет 20% объема текста сообщения [1]. Отсюда следует возможность семантического кодирования с помощью компрессии темы. Примером семантического кодирования являются таблицы реляционной базы данных [2]. Атрибуты таблицы указывают название контекста (тему), значения в строках — рему.

На примере торговой организации можно увидеть, что семантическое кодирование возможно для каждого хоста. Центральный офис, на котором установлен сервер, как правило, осуществляет формирование и редактирование баз данных товаров и услуг. На удаленные склады и магазины осуществляется выгрузка уже сформированного перечня номенклатуры. Магазины высылают на сервер только отчеты за текущий день. Склады высылают отчеты об отгрузках, инвентаризации и приходах. Общая модель информационного обмена для простейшей топологии «звезда» можно представить следующим образом.

Задан технологический период T , например сутки. Этот период разбивается на элементарные интервалы t_1, \dots, t_s . Пусть имеется m удаленных клиентов в рассматриваемой ИС. Для каждого клиента существует свой язык общения с сервером в каждый промежуток времени t_i , который с помощью семантического кодирования позволяет построить sm кодов компактного обмена информацией между клиентами и сервером. Пусть энтропия каждого языка обозначается H_{ij} , $i = 1, \dots, s$, $j = 1, \dots, m$. Используя теорему Шеннона о допустимой скорости передачи информации [3], получаем следующее семейство соотношений с учетом резервирования каналов связи:

$$\sum_{j=1}^m H_{ij} = H_i < C_M, \quad i = 1, \dots, s;$$

$$H_{ij} < C_j, \quad i = 1, \dots, s, \quad j = 1, \dots, m,$$

где C_M — пропускная способность центрального маршрутизатора на входе центра «звезды»; $C_j, j = 1, \dots, m$, — пропускная способность каналов от удаленных клиентов с учетом резервирования.

Основная трудность реализации предложенного решения состоит в создании семантических кодов и программ кодирования и декодирования сжатых сообщений. Декодированные сообщения должны преобразовываться в единый формат хранилища данных. В данной работе подробно останавливаться на решении этих задач не будем.

В заключение приведем пример возможности снижения требований к пропускной способности каналов и маршрутизатора при использовании описанной технологии. Расчет проводился для архитектуры «звезда», вершинам которой соответствуют центральный офис, склад и точка розничной продажи товаров и услуг. Данные представлены в текстовом формате.

Номенклатура составляет 20 000 единиц. Описание всей базы номенклатуры составит примерно

$$D = 20\,000(\text{Название} + \text{Описание} + \text{Цена} + \text{Штрих-код} + \\ + \text{Дополнительная информация}).$$

Подставив средние значения (в байтах), получаем

$$D = 20\,000(100 + 500 + 10 + 10 + 500) = 20\,000 \cdot 1120 = 22\,400\,000 = 22,4 \text{ МБ.}$$

Обновление базы номенклатуры происходит, когда производится новая поставка товаров, так что выгрузка номенклатуры на склад и в магазин производится в среднем не чаще чем 1 раз в неделю.

Рассмотрим отчет о продажах, пересылаемый из магазина на сервер:

$$D = KN(\text{Код товара} + \text{Цена} + \text{Скидка}),$$

где K — это число POS*-систем (рабочих мест кассиров); N — количество проданных товаров; Код товара — общий идентификатор товара в рамках базы данных. Подставив значения для крупной розничной точки, получаем

$$D = 10 \cdot 10\,000(10 + 10 + 10) = 100\,000 \cdot 30 = 3\,000\,000 = 3 \text{ МБ.}$$

*POS — point of sale — точка продажи.

Отчеты о продажах высылаются в конце рабочей смены один раз. При необходимости постоянного мониторинга остатков общий отчет разбивается на несколько и высылается частями в течение рабочего дня.

Для склада объем передаваемых данных рассчитывается так:

$$D = ON_o(\text{Код товара} + \text{Количество}) + PN_p(\text{Код товара} + \text{Количество}) + II_p(\text{Код товара} + \text{Количество}),$$

где O — количество отгрузок; N_o — число строк, соответствующих отгрузке; P — количество приходов; N_p — число строк, соответствующих приходу; I — количество проведенных инвентаризаций; I_p — число строк, соответствующих инвентаризации. Для описанной структуры

$$\begin{aligned} D &= 20 \cdot 100(10 + 5) + 1 \cdot 5000(10 + 5) + 1 \cdot 1000(10 + 1) = \\ &= 30\,000 + 75\,000 + 15\,000 = 120\,000 = 0,12 \text{ МБ}. \end{aligned}$$

Из описанного выше примера видно, что суммарный трафик за сутки не превышает 26 МБ (без компрессии), в то время как тот же обмен данными по технологии RDP (с компрессией) составил бы минимум $D = 25(10 + 1) = 275$ МБ.

Литература

1. Пиотровский Р. Г. Текст, машина, человек. — Л.: Наука, 1975.
2. Коннолли Т., Бегг К. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика / Пер. с англ. — 3-е изд. — М.: Вильямс, 2003. 1440 с.
3. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Иностранная литература, 1963. 829 с.

НОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИХСЯ ВРЕДНОСНЫХ ПРОГРАММ

*М. В. Левыкин*¹

Аннотация: Проведенные исследования вредоносных программ, таких как червь Stuxnet и буткит TDL/TDSS, позволили выявить следующую особенность: современные вредоносные программы представляют собой многоагентные системы, имеющие сложную структуру на различных уровнях операционной системы (ОС). Такие многоагентные системы могут состоять из следующих агентов: скрытия, коммуникации, функционирования, распространения и т. п. Интерфейс взаимодействия между агентами таких систем представляет особый интерес.

Ключевые слова: вредоносная программа; сетевой червь; Stuxnet; TDS/TDLL

1 Введение

Целью настоящей работы является выявление новых особенностей в архитектуре современных самораспространяющихся вредоносных программ. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи: дается обзор характерных особенностей архитектуры традиционных самораспространяющихся вредоносных программ, проводится исследование современных самораспространяющихся вредоносных программ и особенностей их архитектуры.

2 Традиционная архитектура самораспространяющихся вредоносных программ в операционной системе Windows

Традиционный сетевой червь представляет собой монолитную программу, которая, эксплуатируя уязвимость в используемом программном обеспечении (ПО) пользователя или методы социальной инженерии, производит несанкционированное копирование самой себя в операционную систему пользователя для выполнения вредоносного воздействия. При этом процесс распространения не контролируется вредоносной программой, т. е. происходит хаотично. Традиционно червь содержит в себе примитивную функциональную часть, например обращение на определенный сетевой ресурс для реализации DDoS-атаки. Такие

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, de-shiko@yahoo.com

самораспространяющиеся программы являются пользовательскими приложениями, так как способы их распространения зависят от эксплуатируемых уязвимостей в ПО. Большинство самых знаменитых сетевых червей до 2010 г. были реализованы на пользовательском уровне в ОС в виде единых программных модулей [1].

Пути проникновения самораспространяющейся программы зависят от приложения. Можно выделить некоторые наиболее популярные самораспространяющиеся вредоносные программы в зависимости от путей проникновения [2]:

- почтовые черви, распространяющиеся в формате сообщений электронной почты, например в виде ссылок на зловредные сетевые ресурсы, или использующие уязвимости в почтовом клиенте пользователя;
- интернет-черви, использующие для распространения протоколы глобальной сети Интернет. Этот тип червей преимущественно распространяется с использованием неправильной обработки некоторыми приложениями базовых пакетов стека протоколов TCP/IP. Например, известное семейство червей conficker [3] использует уязвимость в службе удаленного вызова процедур (RPC) ОС Windows;
- LAN-черви, распространяющиеся по протоколам локальных вычислительных сетей, например в результате эксплуатации уязвимостей в реализации протокола NetBIOS.

3 Выявленные особенности архитектуры некоторых новых самораспространяющихся вредоносных программ в операционной системе Windows

В данной работе рассмотрены две современные самораспространяющиеся вредоносные программы: червь Stuxnet и буткит TDL/TDSS.

3.1 Червь Stuxnet

Червь Stuxnet — это сетевой червь нового поколения. Во-первых, потому что в нем, в отличие от традиционных самораспространяющихся программ, используется сразу три способа распространения. Во-вторых, потому что он представляет собой комплексную систему, направленную на физическое разрушение программно-аппаратных средств. Данный червь состоит из следующих агентов: скрытия — это драйвер уровня ядра; распространения — агенты, использующие уязвимости в ОС Windows; функциональных агентов в виде библиотек для работы с Siemens-контроллером, использующимся наиболее часто при работе с ядерным реактором. Модуль уровня ядра заменяет оригинальные библиотеки для работы с указанным контроллером на свои собственные. Подменные библиотеки устанавливают функции перехвата интерфейса работы с контроллером. Затем

данные функциональные агенты вводят программно-аппаратные комплексы в резонирующее состояние, что приводит к их разрушению [4].

3.2 Буткит TDL/TDSS

Другим примером современной самораспространяющейся вредоносной системы является буткит TDL/TDSS. Данная многоагентная система пошла еще дальше в своем развитии, чем червь Stuxnet. Во-первых, в качестве технологии скрытия в ней используется буткит. Этот буткит с помощью метода рекурсивного захвата системных функций осуществляет скрытие данной многоагентной системы. Система имеет в своем составе также агенты «полезной нагрузки». Эти агенты, выполненные в виде динамических библиотек, внедряются в определенный пользовательский процесс.

3.3 Архитектурные особенности современных самораспространяющихся программ

Современные вредоносные самораспространяющиеся программы, рассмотренные в данной работе, обладают новым специфическим общим признаком. Они построены по принципу многоагентных систем. Указанные вредоносные программы состоят из двух и более групп агентов, реализованных на разных уровнях доступа к ОС. Агенты скрытия реализованы на уровне ядра ОС, функциональные агенты, или «агенты полезной нагрузки», реализованы на уровне пользователя ОС. Каждый из агентов, в свою очередь, может состоять из составных частей. При этом для скрытия факта загрузки агентов функциональной части используется специальный метод. Этот метод позволяет скрыть от средств защиты загрузку исполняемых модулей многоагентной системы. Под скрытием в данном случае понимается легализация агента, т. е. формирование условий, при которых средства защиты принимают деятельность агента злоумышленника за легальный процесс или программу. Примером метода легализации может служить изменение системных файлов и их контрольных сумм в ядре с внесением программных закладок в эти файлы.

4 Заключение

В данной работе на примерах современных самораспространяющихся вредоносных программ — червя Stuxnet и буткита TDL/TDSS — выявлены новые особенности построения самораспространяющихся вредоносных программ.

На основании проведенных исследований можно сделать следующий вывод: современные самораспространяющиеся вредоносные программы представляют собой многоагентные системы, состоящие из функциональных агентов и агентов скрытия; при этом для скрытия функциональных агентов используется метод

легализации, основанный на внедрении исполняемого кода из агента скрытия режима ядра в пользовательский процесс.

Литература

1. Самые знаменитые компьютерные вирусы и черви. <http://www.hardnsoft.ru/?trID=1297&artID=14743>.
2. Червь. <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%B2%D1%8C>.
3. Conficker A. 2008. <http://www.securitylab.ru/virus/363745.php>.
4. F-secure. Stuxnet questions and answers. <http://www.f-secure.com/weblog/archives/00002066.html>.

АСПЕКТЫ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СОГЛАСОВАННОСТИ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

С. К. Дулин¹, И. Н. Розенберг², В. И. Уманский³

Аннотация: В географических информационных системах (ГИС), где управление качеством геоданных зависит от специфики пространственных объектов, проблема согласованности приобретает дополнительные сложности. В статье описаны особенности пространственной согласованности географических наборов данных в векторном формате, существенные при устранении ошибок отображения и классификации. Рассматриваются три вида ошибок, которые влияют на соответствующие виды согласованности: структурные, геометрические и топосемантические. Каждый вид ошибки требует разработки специальных процедур проверки и коррекции. Эти процедуры представлены в работе в виде общей структуры.

Ключевые слова: геоинформационная система; топология геоданных; структуризация; согласованность ГИС

1 Введение

Качество данных — ключевой вопрос любой информационной системы. В ГИС геометрические особенности геоданных определяют формирование комплекса управления их качеством. Комиссией пространственного качества данных ИСА [1] были определены семь компонентов пространственного качества геоданных: их происхождение, позиционная точность, атрибутивная точность, завершенность, логичность [2], семантическая точность [3] и временная зависимость.

В данной работе анализируются логическая согласованность и семантические аспекты точности представления геоданных.

Независимо от происхождения (оцифровка карты, аэрофотосъемка или данные системы GPS — Global Positioning System) получающиеся географические наборы данных должны быть непротиворечивыми, чтобы использоваться в процессе пространственного анализа и гарантировать надежность решений. Однако

¹Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (ОАО «НИИАС»); Институт проблем информатики Российской академии наук, s.dulin@gismps.ru

²Открытое акционерное общество «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (ОАО «НИИАС»)

³Закрытое акционерное общество «ИнтехГеоТранс»

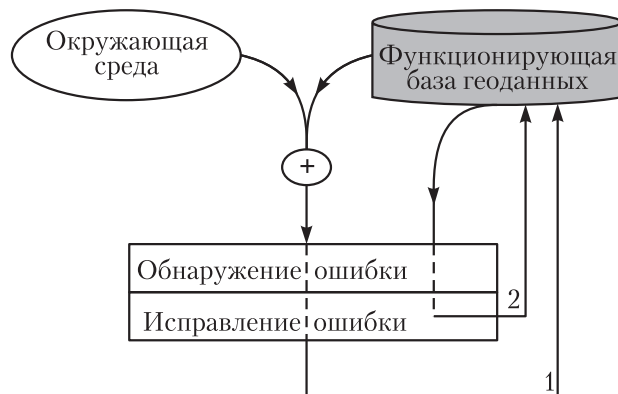


Рис. 1 Проверка согласованности существующих ГИС

во многих существующих наборах геоданных ощущается нехватка геометрического и топологического структурирования, что неизбежно приводит к ошибкам, не обеспечивая должным образом надежность результатов запросов, анализа или рассуждения.

Представленный ниже подход к улучшению пространственной согласованности существующих наборов геоданных в векторном формате позволяет улучшить как согласованность между объектами базы геоданных и реальными объектами (стрелка 1 на рис. 1), так и внутреннюю согласованность базы геоданных самой по себе (модели и структуры, стрелка 2 на рис. 1).

В работе используется понятие топосемантической (топо — от топологического) согласованности, которая является частью логической согласованности, впервые определенной в [2]. Топосемантическая согласованность касается правильности топологических отношений между двумя объектами согласно их семантике. Например, здание в другом здании — это, конечно, ошибка, тогда как здание на участке земли — не ошибка, хотя в обоих случаях используется отношение «многоугольник в многоугольнике». Поэтому использование семантики, присущей каждому объекту, обязательно, чтобы обеспечить корректность каждого отношения.

2 Пространственный контекст согласованности

В настоящее время ГИС все более вовлечены в процессы, основанные на логическом рассуждении и принятии решений с учетом пространственных особенностей объектов. Картография больше не является основной зоной функциональности ГИС.

Существующие наборы геоданных содержат ошибки [4] (и особенно ошибки, не видимые в рабочем масштабе), которые не нарушают визуализацию, но препятствуют или делают вообще невозможным проведение пространственного анализа. Более того, пространственным моделям ГИС недостает структуризации, чтобы обеспечить пространственный анализ. Таким образом, методология проверки и коррекции согласованности жизненно необходима для реализации пространственного анализа средствами ГИС.

Предлагаемое исследование имеет дело только с базами геоданных в векторном формате. Тогда для разработки метода проверки и коррекции согласованности достаточно, чтобы были доступны только базы геоданных, модели геоданных и некоторые спецификации.

Проверка пространственной согласованности требует разработки процедур обнаружения несогласованности и определения ошибок согласованности. Ошибка может иметь последствия различного уровня. Некоторые ошибки могут отключить процесс анализа и тем самым быть своевременно обнаруженными, тогда как другие ошибки могут привести к ошибочным конечным результатам. В этом случае трудно выяснить, надежен результат или нет.

Получение геоданных системой может быть выполнено по-разному. Исследование различных методик позволяет выдвинуть предположения относительно происхождения ошибок, сопровождающих данный процесс. В ГИС обычно используют следующие методы:

- *сбор координатных геоданных непосредственно на экране* (с устройством позиционирования): в таком случае оценка только визуальна и субъективна (это вызывает существенную погрешность); инструментальные средства проверки, которые гарантируют правильный ввод, встречаются редко и, кроме того, они не всегда могут обеспечить полную проверку;
- *сбор координатных геоданных, набираемых непосредственно с клавиатуры*: возникают проблемы законности геоданных (легитимность происхождения, неясная степень точности и качества), обнаруживаются ошибки ввода;
- *автоматическое пополнение*: возникают проблемы извлечения и дешифрирования геоданных при интерпретации аэрофотосъемки;
- *получение геоданных, поступающих из других систем*: степень надежности и точности геоданных не всегда известны, ошибки могут произойти и в процессе передачи. Могут возникнуть семантические ошибки (основанные на топологических отношениях) из-за различий между этими системами (различные структуры геоданных или системы координат);
- *композиция (например, объединение) с другими объектами, существующими в базе геоданных*: распространение возможных ошибок используемых объектов;

- *преобразование* в цифровую форму: погрешность точности позиционирования, ошибки позиционирования, многократные точки (при расположении слишком близко друг к другу), объекты, зафиксированные дважды.

Тем самым очевидно, что процессы сбора геоданных потенциально могут быть источниками ошибок. Некоторые из таких ошибок могут быть обнаружены прямой экспертизой (незамкнутый многоугольник, точка вне диапазона), в то время как для обнаружения других видов ошибок необходимо принять во внимание семантику объектов (два многоугольника, чье перекрытие может быть ошибкой в зависимости от реальных объектов, которые они представляют). Следовательно, можно определить три вида ошибок в зависимости от того, какая часть объектов рассматривается.

Выявление каждого вида ошибок соответствует уровню представления объектов, которые должны быть проанализированы, чтобы установить их согласованность. Существует три уровня представления:

- (1) структурный уровень (структуры геоданных),
- (2) геометрический уровень (концептуальная модель),
- (3) топосемантический уровень (значения объектов согласно топологическим отношениям).

Соответственно имеют место три вида ошибок.

Структурные ошибки возникают из-за некорректности структур геоданных. Структуры должны позволять хранить данные согласно выбранной модели.

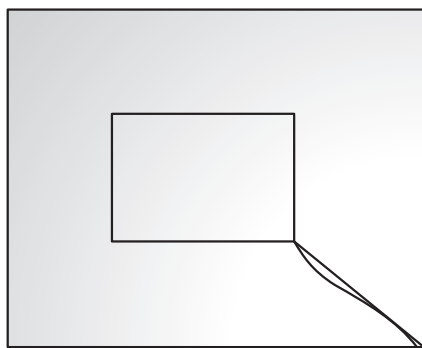


Рис. 2 «Плохой» многоугольник с внутренним контуром

Иногда специфические характеристики, поддерживаемые моделью, не поддерживаются структурами геоданных, что может привести к ошибкам. Например, некоторые объекты ГИС, состоящие из нескольких многоугольников, хранятся как многоугольники с внутренними контурами [5] (рис. 2). Несогласованности могут происходить здесь на стадии реализации выполнения различных процедур. Структура геоданных, которая не отражает модель достаточно достоверно, может привести к структурным ошибкам.

Геометрические ошибки происходят из-за неправильной интерпретации геометрической части объектов (формы и позиции). Модель геоданных должна давать адекватное представление мира. Однако некоторые особенности реальной геометрии объектов не всегда хорошо фиксируются выбранной моделью.

Например, многоугольник должен быть замкнут; следовательно, если он незамкнутый — это геометрическая ошибка (если модель не определяет многоугольник как замкнутый объект, то тогда эта модель противоречива).

Топосемантические ошибки связаны со значениями характеристик реальных объектов, представленных в базе геоданных. Их следует обнаруживать и рассматривать на основе анализа пространственных отношений.

3 Проверка согласованности геообъектов

Географическое информационное моделирование сопряжено с определенными проблемами, связанными с пространственными признаками геообъектов. Реальные объекты, типа зданий или озер, характеризуются формой, местоположением, отношениями с другими объектами и семантикой. Форма и местоположение являются геометрическими признаками. В процессе моделирования географической информации в первую очередь следует обратить определенное внимание именно на эти два вида признаков. Наряду с геометрическими признаками объектов очень важны пространственные отношения. Пространственные отношения обычно группируются в три категории [5]:

- (1) топологические отношения, которые являются инвариантными при топологических преобразованиях рассматриваемых объектов;
- (2) метрические отношения в терминах расстояний и направлений;
- (3) отношения пространственного порядка, определяющие порядок между объектами в зависимости от точки наблюдения.

Проверка пространственной согласованности должна учитывать все особенности этих категорий. Цель проверки состоит в том, чтобы гарантировать, что геометрический объект и пространственные признаки геообъектов правильно обработаны базой геоданных. На рис. 3 показана схема метода проверки пространственной согласованности.

Список свойств объектов фиксируется на основе наблюдений окружающей среды и исследования наиболее используемых пространственных моделей геоданных. Состав списка, указанного на рис. 3, будет рассмотрен в следующем разделе. Выбирая свойства из этого списка согласно модели и качественным спецификациям базы геоданных, можно сформировать список свойств, необходимых для каждой ГИС. Сформированный список свойств используется для проверки геометрической согласованности набора геоданных.

Топологические отношения между объектами могут быть описаны на основе модели 9 пересечений [6, 7]. Топологические ограничения целостности, в свою очередь, определяются с помощью топологических отношений. Построенные таким образом ограничения можно затем использовать, чтобы проверить топосемантическую согласованность набора геоданных.

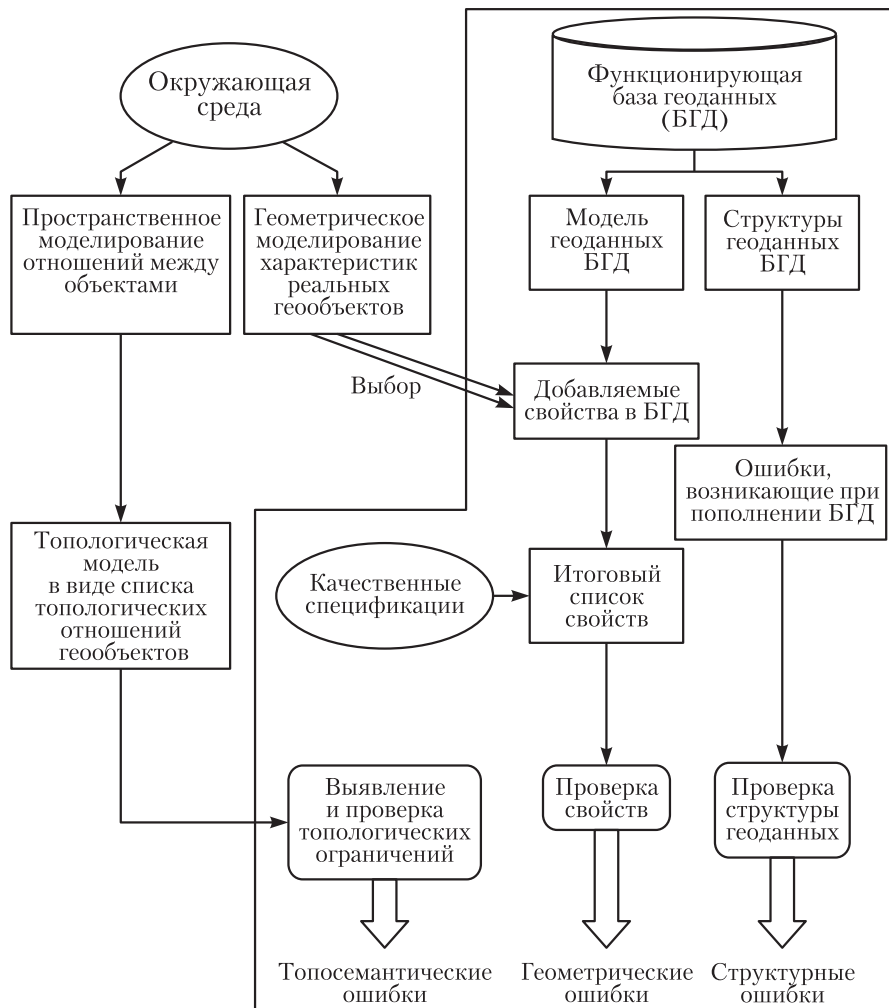


Рис. 3 Схема метода проверки согласованности

Данные в базе гео данных хранятся в виде определенных структур. Эти структуры соответствуют принятой модели, но иногда требуются специальные приемы программирования, чтобы обрабатывать специфические признаки (например, многоугольники с внутренними контурами (см. рис. 2)). Этот вид ошибки связан с несоответствием модели и структуры гео данных и не может быть определен общепринятым способом. Однако такие проблемы должны быть зафиксированы и разрешены в рамках проверки структурной согласованности.

3.1 Геометрическая согласованность

Назначение модели геоданных состоит в том, чтобы представить окружающую среду в базе геоданных. Это представление должно быть простым и отражать существенные для решения поставленных задач особенности реальных объектов. Геометрическое моделирование объектов должно удовлетворять двум главным требованиям:

- (1) хорошее математическое представление объектов,
- (2) хорошее описание объектов.

В существующих ГИС модели отвечают этим требованиям при различных уровнях полноты представления геоданных.

Возникает первый вопрос процесса проверки согласованности: «Модель геоданных отражает все релевантные особенности реальных объектов?» Ответ, конечно: «нет».

Прежде всего, реальный мир содержит слишком много отображений, которые не могут быть зафиксированы в модели геоданных. Во-вторых, существующие модели были спроектированы, чтобы удовлетворять информационным нуждам, спектр которых постоянно расширяется.

Следовательно, модели геоданных должны быть улучшены добавлением свойств, которые фиксируют пространственные характеристики реальных объектов.

Свойство — это правило о форме или о позиции нужного объекта, которое должно сохраняться. Каждый раз, когда правило не выполняется, обнаруживается геометрическая ошибка. На рис. 4 показан ряд свойств, которые могут быть зафиксированы в базе геоданных. Каждое свойство присоединено к форме или к связи между двумя формами.

Свойства объектов

- r1 — Точечная согласованность (диапазон значения на каждой оси).
- r2 — Точка или уникальность узла.
- r3 — Линия или уникальность кромки (края).
- r4 — Многоугольник или уникальность переднего края.
- r5 — Существование на уровне ссылок (это не пространственное свойство, поэтому оно не показано на рис. 4).
- r6.1 — Незамкнутый объект.
- r6.2 — Замкнутый объект.
- r7 — Несамопересекающийся (по границе).
- r8 — Связность.
- r9 — Значение края.
- r10 — Ориентация.
- r10.1 — Граничная ориентация.

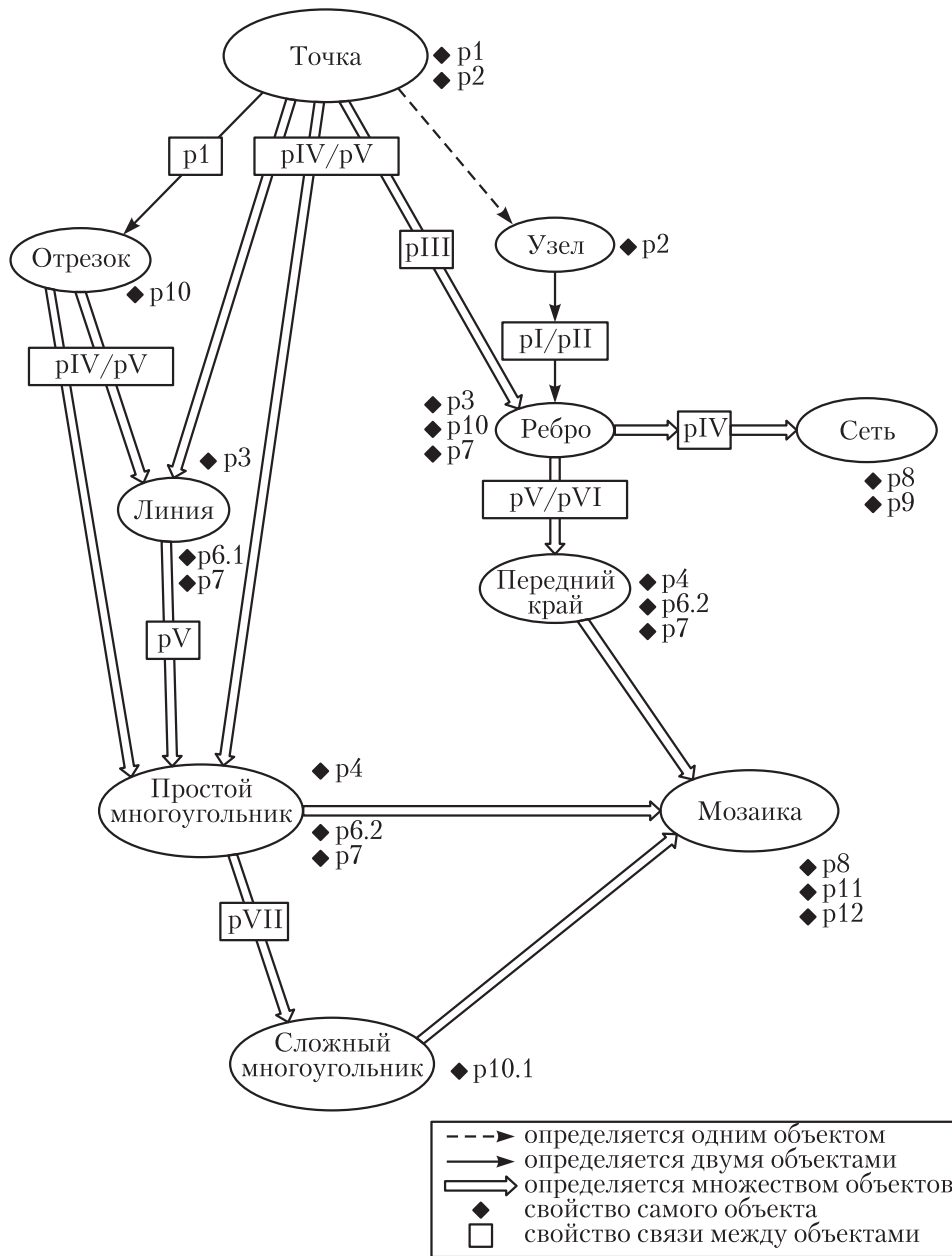


Рис. 4 Свойства геометрических объектов и связей между ними

p11 — Пространственное покрытие рядом объектов.

p12 — Неперекрывающиеся многоугольники или передние планы.

Свойства связей между объектами

pI — Две различные точки или узлы.

pII — Принадлежит, по крайней мере, двум объектам.

pIII — Принадлежит точно одному.

pIV — Все объекты набора различны.

pV — Объекты набора отсортированы.

pVI — Принадлежит точно двум объектам.

pVII — Принадлежит, самое большее, двум объектам.

В зависимости от модели геоданных можно построить соответствующий список свойств, подходящих для ГИС, выбирая свойства из списка. Этот процесс показан на рис. 3 стрелкой, названной выбором.

Модели, основанные на многоуровневом представлении, планарных графах и многоугольных моделях геоданных — самые популярные геометрические модели, используемые в ГИС (описание этих моделей можно найти в [4, 8]). Они основаны на геометрических объектах, таких как точки (или узлы), линии (или дуги), многоугольники (или передние планы) и отношениях между такими объектами (например, линия — ряд точек, которые могут быть отсортированы или нет).

Структуры геоданных, используемые для реализации таких моделей, могут содержать некоторые свойства объектов в своем определении, т. е. объекты, внесенные в структуру, автоматически обладают ими. Следовательно, свойства, зафиксированные моделями геоданных, можно не проверять [9].

В представленной работе приняты во внимание только топологические ограничения. Топологическое отношение между двумя сущностями основано на анализе общих частей их форм. Достоверность любого топологического отношения основана на семантике обеих сущностей. Именно поэтому ошибки, исходящие из недостоверных топологических отношений между объектами, называют топосемантическими.

Существует несколько моделей для обработки топологических отношений [6, 7]. Ниже представлены модель 9 пересечений и метод проектирования топологических ограничений целостности, основанный на этой модели.

Топологические ограничения целостности основаны, как уже говорилось выше, на топологическом отношении. Такие отношения описывают относительную позицию объектов в пространстве.

Топологическая модель 9 пересечений была достаточно хорошо изучена [8, 10] и специфицирована М. Дж. Эдженхофером [5–7]. В этой модели бинарные топологические отношения между двумя объектами A и B определены в терминах 9 пересечений границы A (∂A), внутренней части области A (A°) и внешней части области A (A^-) с границей B (∂B), внутренней частью области B (B°) и внешней частью области B (B^-). Каждый объект A и B может быть точкой, линией

или многоугольником. Определения каждой части каждого вида геометрического объекта следующие:

P — точка: $P = \partial P = P^\circ$;

L — линия: $\partial L =$ две концевые точки L ;

$L^\circ = L - \partial L$;

R — многоугольник: $\partial R =$ пересечение замыкания R и замыкания внешней части R ;

$S^\circ =$ объединение всех открытых множеств в R .

Для каждого пересечения вычисляется пустое (\emptyset) или непустое ($\neg\emptyset$) значение и сохраняется в матрице:

$$\begin{pmatrix} \partial A \cap \partial B & \partial A \cap B^\circ & \partial A \cap B^- \\ A^\circ \cap \partial B & A^\circ \cap B^\circ & A^\circ \cap B^- \\ A^- \cap \partial B & A^- \cap B^\circ & A^- \cap B^- \end{pmatrix}.$$

Топологические ограничения целостности определены на основе топологических отношений, описанных моделью 9 пересечений. При этом топологическое отношение между двумя объектами — основная часть ограничения. Рассматривая форму объектов, можно вычислить все допустимые топологические отношения между двумя объектами (согласно модели 9 пересечений). Рассматривая тип объекта, можно определить, какое топологическое отношение является непротиворечивым, а какое — противоречивым.

Топологическое ограничение может быть определено как **ОГРАНИЧЕНИЕ = (Класс_сущностей 1, Отношение, Класс_сущностей 2, Спецификация)** — совокупность двух географических объектов, топологического отношения между ними и спецификации, которая может быть одной из следующих:

- запрещенное;
- по крайней мере, n раз;
- не больше, чем n раз;
- точно n раз.

Спецификация «Запрещенное» — самая интересная и полезная для использования. Топологические ограничения целостности, определенные с использованием этой спецификации, нужны для конечных пользователей, чтобы описать топологические ситуации, которые они не хотят видеть в своей базе геоданных.

Модель 9 пересечений может быть применена ко всем видам геометрических объектов.

Рассмотрение в качестве основных сущностей точки, линии и многоугольника позволяет сформировать 6 групп возможных отношений: точка/точка, точка/линия, точка/многоугольник, линия/линия, линия/многоугольник, многоугольник/многоугольник.

Рассматриваемая модель позволяет определять только простые ограничения (отношение между двумя объектами). В [11] определена модель для топологических ограничений целостности, также основанных на модели Эдженхофера. Предложенная там модель позволяет определять тот же самый вид ограничений и характеризовать сложные пространственные отношения, комбинирующие несколько отдельных ограничений. Но такая модель меньше устраивает конечных пользователей, так как такой способ определения ограничений требует определенных навыков составления логических условий.

Ограничения топологической целостности определяют правила, основанные на семантике сущностей базы геоданных. Как и список свойств, эти ограничения должны быть адаптированы к обрабатываемому набору геоданных.

Топологические ограничения определяются следующим списком операций:

- выбрать первый класс объектов;
- выбрать второй класс объектов;
- выбрать отношение из предложенного списка;
- определить спецификацию.

Примеры ограничений топологической целостности:

ОГРАНИЧЕНИЕ1 (Дорога, Пересечение, Здание, Запрещенное);

ОГРАНИЧЕНИЕ2 (Водовод, Соединение, Водопровод, Точно 2 раза).

Модель 9 пересечений приводит к 81 отношению между точками, линиями и многоугольниками [6, 7]. Это число является реальным препятствием конструирования ограничений по двум причинам:

- (1) слишком много отношений, чтобы именовать каждое из них;
- (2) чтобы исключить конкретную ситуацию, нужно создавать несколько ограничений.

По этим причинам топологические отношения целесообразно сгруппировать в подмножества [8]. Использование подмножества в определении ограничений делает эту модель более практичной для пользователя.

Чтобы вычислять топологические отношения, необходимо вычислить матрицу 9 пересечений (или, по крайней мере, некоторые ее элементы), т. е. пересечения границ, внутренних и внешних областей двух объектов. Каждое ограничение затем может быть переведено в конъюнкцию проверок согласно отношению (или подмножеству отношения), включенному в него.

Каждое подмножество или каждое отдельное топологическое отношение может быть описано частичным отношением. Например, линия, пересекающая линию, определяется единственным элементом матрицы 9 пересечений: $A^{\circ} \cap B^{\circ} = 0$ и приводит только к одной проверке. Каждая проверка описывается предикатом [8], основанным на размерности пересечения (\emptyset , 0, 1 или 2 — первый столбец табл. 1). В приведенном примере: ПЕРЕСЕЧЕНИЕ_РАЗМЕРНОСТИ_0

Таблица 1 Пример топологических отношений

Тип предиката	Объект 1	Объект 2
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ_РАЗМЕРНОСТИ_2	Многоугольник	Многоугольник
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ_РАЗМЕРНОСТИ_1	Многоугольник Линия	Линия Линия
ПЕРЕСЕЧЕНИЕ_РАЗМЕРНОСТИ_0	Многоугольник Линия Линия Точка	Точка Точка Точка
ПУСТОЕ_ПЕРЕСЕЧЕНИЕ	Многоугольник Многоугольник Многоугольник Линия Линия Многоугольник	Многоугольник Линия Точка линия Точка Точка

(A°, B°). Чтобы оценивать такие предикаты, требуются функции для нахождения границы, внутренней и внешней области объектов. Таким образом, более точное выражение для приведенного примера выглядит так: ПЕРЕСЕЧЕНИЕ_РАЗМЕРНОСТИ_0 (внутренняя область (A), внутренняя область (B)). Например, одномерное пересечение многоугольника и линии является линией.

Рассмотрение четырех типов предикатов и трех видов геометрических объектов, 9 функций и 13 предикатов достаточно, чтобы проверить все возможные ограничения топологической целостности (см. табл. 1). Имеются в виду следующие 9 функций: граница (точка); внутренняя область (точка); внешняя область (точка); граница (линия); внутренняя область (линия); внешняя область (линия); граница (многоугольник); внутренняя область (многоугольник); внешняя область (многоугольник).

Если можно вычислить границу, внутреннюю и внешнюю области каждого вида геометрического объекта, то можно и проверить ограничения топологической целостности независимо от используемой модели геоданных.

4 Структура для обнаружения ошибок и коррекции

Структура проверки и коррекции пространственной согласованности на рис. 5 представляет связи между различными частями полнофункциональной ГИС, чтобы можно было проверять наборы геоданных и исправлять пространственные ошибки. Будем рассматривать две части: база геоданных, которая содержит всю информацию относительно описания реального мира, и функциональные возможности ГИС, которая содержат ряд инструментальных средств доступа к данным и обработки наборов геоданных.

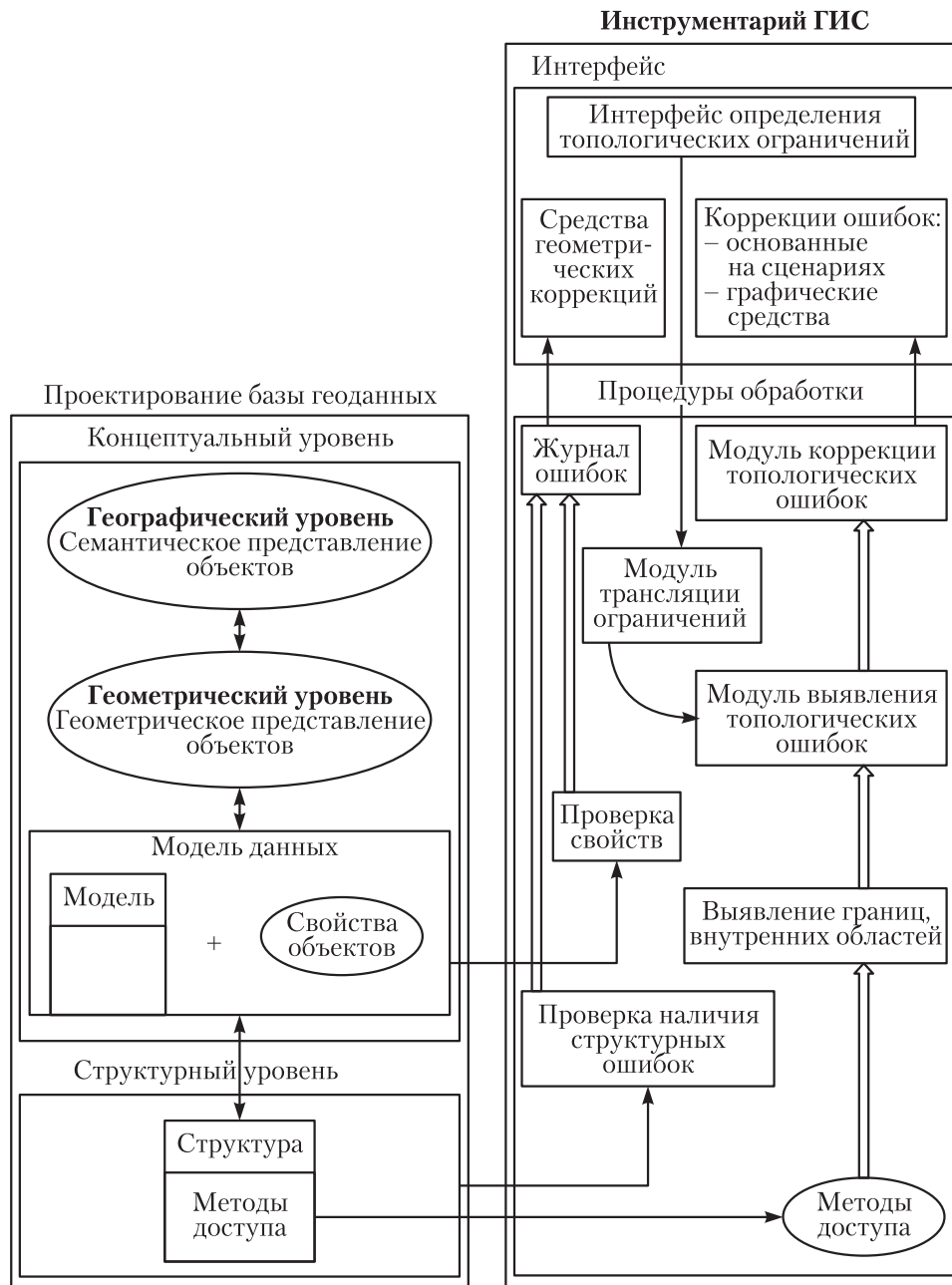


Рис. 5 Структура проверки и коррекции согласованности ГИС

База геоданных имеет концептуальный и структурный уровни. Концептуальный уровень — единственный, который полностью находится в ведении конечного пользователя. Через выбранную модель этот уровень определяет логическую организацию базы геоданных.

Структурный уровень описывает все структуры хранения геообъектов.

Географическая информационная система содержит инструментальные средства манипулирования базой геоданных. Целесообразно различать два вида инструментальных средств: инструментальные средства обработки, т. е. процессы, которые вычисляют результаты запросов, анализа, вывода, и инструментальные средства интерфейса, которые обеспечивают конечного пользователя средствами формирования этих запросов. В нашем случае этот интерфейс содержит интерфейс определения топологических ограничений, интерфейс коррекции топологических ошибок, который предлагает все возможные исправления для каждой ошибки, и интерфейс коррекции геометрических ошибок. Уровень средств обработки содержит методы доступа к данным (которые зависят от структур геоданных), ведение журнала ошибок и процесс проверки топологических ограничений (трансляция ограничений и проверка).

Первый шаг процесса обнаружения ошибок должен адаптировать структуру к рассматриваемому набору геоданных. При этом определенной адаптации подвергаются как семантический, так и геометрический уровни.

Первая стадия предполагает выбор из списка на рис. 4 свойств, которые релевантны обрабатываемой базе геоданных.

Затем следует обратиться к геометрической модели геоданных, используемой в ГИС (свойства, очевидно, различным образом зависят от выбранной модели: многоуровневая, планарный граф). Мы можем далее получить информацию из

Таблица 2 Набор топологических ограничений целостности для ГИС городского хозяйства

Сущность 1	Отношение	Сущность 2	Спецификация
Район	Наложение ВНУТРИ	Район	Запрещенное Запрещенное
Квартал	ВНУТРИ	Район	Точно n раз
Квартал	Наложение ВНУТРИ	Квартал	Запрещенное Запрещенное
Участок	ВНУТРИ	Квартал	Точно n раз
Участок	Наложение ВНУТРИ	Участок	Запрещенное Запрещенное
Здание	ВНУТРИ	Участок	Точно n раз
Здание	Наложение ВНУТРИ	Здание	Запрещенное Запрещенное

существующего документа о качестве (спецификации качества), в котором есть указания о том, что нужно проверять, а что нет.

Полученный таким образом исчерпывающий список геометрических свойств (относительно модели и спецификаций) должен быть зафиксирован в базе геоданных.

В табл. 2 представлен набор топологических ограничений целостности для ГИС городского хозяйства [8, 12] для проверки согласованности кадастрового уровня ГИС (который является подмножеством всей базы геоданных). Основные объекты, находящиеся на этом уровне, — здания, участки, кварталы и районы.

4.1 Обнаружение ошибки

Каждый вид ошибки обрабатывается определенным способом. Проверка согласованности на предмет структурных ошибок осуществляется процедурами, предназначенными для конкретной базы геоданных.

Геометрические ошибки являются, по сути, более общими, так как они связаны со свойствами геометрических объектов, обычно используемых в моделях геоданных. Поэтому процессы проверки согласованности, разработанные для одной базы геоданных, могут быть многократно использованы в другой базе. Тем не менее, некоторые свойства затрагивают конкретные структуры геоданных, и процесс проверки, связанный с ними, должен быть адаптирован к этим структурам.

Топосемантические ошибки зависят от общих понятий. При условии, что определенные функции доступа к данным были реализованы для базы геоданных, представленные процессы проверки могут быть применены к любой ГИС.

Вообще говоря, процессы проверки сталкиваются с двумя трудностями: проблема полноты всех видов возможных ошибок и проблема доказательства завершения каждого процесса проверки: Действительно ли обнаружены все объекты, содержащие эту ошибку? Можно ли считать, что действительно обнаружены некоторые хорошие объекты?

Структурные ошибки не могут быть установлены априори. Они возникают из-за некорректности структур геоданных, используемых в базе геоданных, поэтому список этих ошибок не может быть определен в начале обработки.

Такие ошибки не всегда могут выявляться в результате проверки свойств. Они часто связаны с использованием приемов программирования для обработки случаев, которые не определены моделью геоданных (например, для многоугольников с внутренними контурами, которые обрабатываются как сложные многоугольники). Набор приемов, обрабатывающих геометрические представления, компенсирует слабость модели. Напротив, более полная модель, с сильными, конструктивными и ясно определенными свойствами (такая как планарный граф) сама сокращает эти структурные ошибки.

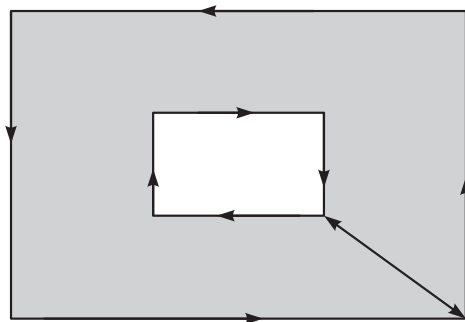


Рис. 6 Многоугольник с внутренним контуром

Определение общих процессов проверки и коррекции этого вида ошибки выходит за пределы темы этой работы, но является предпосылкой общего процесса улучшения согласованности. Поэтому ниже представлен только один пример типичной структурной ошибки и способ ее обработки.

Самый интересный случай структурной ошибки касается многоугольников с внутренними контурами. Эта ошибка является следствием того, что простые и сложные многоугольники обычно не различаются в общей структуре геоданных. Отверстия описываются как часть границы объекта и связываются с внешними линиями двумя вспомогательными сегментами или вспомогательными линиями (с противоположными направлениями, чтобы гарантировать замыкание многоугольника (рис. 6)): их называют соединяющими сегментами.

Таким образом, возникает два вида проблем, проистекающих из этого специфического средства представления:

- (1) неточность нанесения этих соединяющих сегментов и погрешности их координат могут привести к ошибочным многоугольникам (самопересекающиеся границы — рис. 7, а, или отверстие больше не распознается как отверстие — рис. 7, б).

В первом случае (см. рис. 7, а) внутренняя и наружная границы имеют то же самое направление вращения (эта ошибка приводит к неправильному результату, когда вычисляется, например, поверхность объекта, тогда как во втором случае (см. рис. 7, б) никакое свойство в принципе не нарушено (тем не менее, это — действительно ошибка);

- (2) вторая причина возникновения ошибок, сгенерированных этими объектами, непосредственно связана с различными назначениями этих соединяющих сегментов. Фактически они не принимают участие в описании объекта, в то время как на практике многочисленные многоугольники представлены с невидимыми вспомогательными сегментами, которые действительно описы-

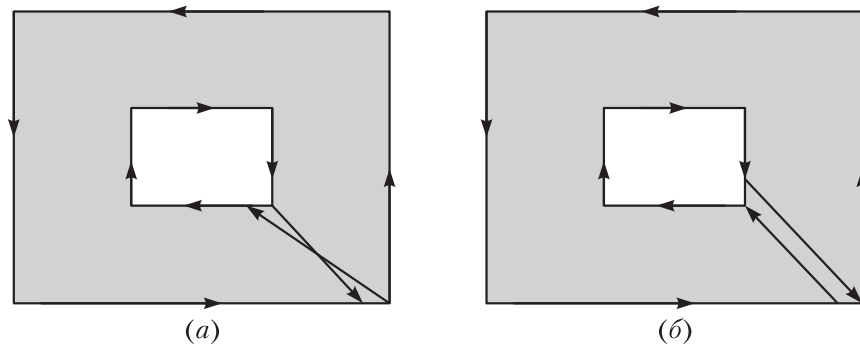


Рис. 7 Ошибки соединения сегментов

вают объекты, как показано на рис. 8 (это обусловлено картографическими инструментальными средствами программного обеспечения, задействованными для того, чтобы избежать прорисовывания одной и той же линии несколько раз). Очень важно делать различие между этими двумя видами вспомогательных сегментов так, чтобы обрабатывать различные соединяющие сегменты разными способами, а не принимать во внимание их во всех случаях одинаково, выполняя геометрические операции (исчисление периметра, буферной зоны и др.), которые могут привести к ошибочным результатам.

Геометрический вид ошибок может быть охарактеризован как неточность соотношения объекта со свойствами принятой модели.

Выбор процедуры проверки зависит от модели геоданных. Для большинства свойств может быть определен специальный алгоритм, пригодный почти для всех сущностей модели (например, чтобы гарантировать замкнутое выражение многоугольника, достаточно иметь три алгоритма в зависимости от того, как определена его граница, используя точки, сегменты или дуги). Такие проверки — вопрос вычислительной геометрии. Без классификации векторных моделей геоданных в ГИС невозможно сформировать полный список алгоритмов проверки, однако во многих простых случаях может быть произведена обработка геоданных известными алгоритмами [9].

Еще один распространенный вид ошибки связан с искажением многоугольников и возникновением бесполезных точек. Этот вид ошибки возникает в процессе оцифровки. Из-за проблем с устройством позиционирования вместо единственной точки может быть нанесено несколько точек, что приводит к появлению многоугольника с неправильными углами. Ошибка в этом случае может быть обнаружена либо благодаря условию уникальности точки на линии или в многоугольнике (свойство rIV с допуском на минимальное расстояние

между двумя точками), либо она может быть обнаружена с помощью условия несамопересекаемости многоугольника (свойство p7).

Трудность в этом случае состоит в том, чтобы различать точки, которые определяют реальную кривую, и действительно бесполезные «шумовые» точки.

И форму, и семантику объектов следует проверять на наличие таких ошибок. Форма позволяет определять топологическую сцену, а семантика позволяет устанавливать достоверность сцены (посредством ограничений топологической целостности). Проверка на наличие топосемантических ошибок требует вычисления топологического отношения. Чтобы упростить проблему, обычно рассматриваются только точки, линии и многоугольники (или области).

Например, пусть определено следующее, характерное для большинства ГИС топологическое ограничение целостности: (Река, Пересечение, Река, Запрещенное). Оно будет оттранслировано в: *если ПЕРЕСЕЧЕНИЕ_РАЗМЕРНОСТИ_0* (внутренняя область (Река1), внутренняя область (Река2)), *тогда обнаружено* «Несогласованность».

Каждый раз, когда обнаружена несогласованность, сцена сохраняется в журнале ошибок, который будет использоваться в процессе исправления геоданных.

Алгоритмы проверки ошибок обнаруживают несколько видов ошибок, позволяющих оценить число объектов, которые нужно исправить.

4.2 Исправление ошибок

В общем случае существует немного возможностей для автоматического исправления ошибок, потому что эти исправления могут быть сделаны, только если процесс обнаружения ошибок завершен и если существует только одно очевидно возможное исправление. В других случаях необходимо исправление вручную. Это связано с тем, что конечному пользователю следует проверить, что ошибка — не исключение или что исправление нуждается в интерпретации семантики объекта, которую компьютер не может сделать. Тем самым целесообразно обеспечить пользователя интерфейсом, с помощью которого будут предлагаться различные сценарии исправлений и предотвращаться появление новых ошибок (полуавтоматическое исправление).

Что касается структурных ошибок, то процессы исправления будут сильно зависеть от рассматриваемой базы геоданных. Для случаев геометрических и семантических ошибок некоторые общие идеи, конечно, могут быть применены к любым ГИС. Однако способ обработки исправлений будет обязательно зависеть от структур геоданных.

Структурные ошибки непосредственно связаны с выбором реализации. Таким образом, они должны быть исправлены по отношению к структурам геоданных, и методы исправления должны быть определены для каждого случая структурных ошибок.

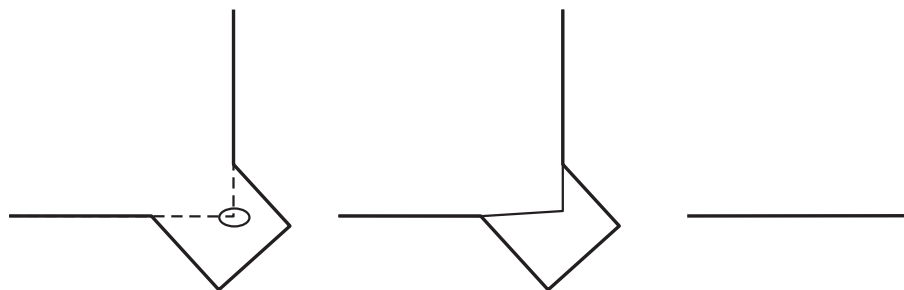


Рис. 8 Исправление угла неправильного многоугольника

Что касается случая многоугольников с внутренними контурами, то для них имеет смысл определить новый стиль линии, чтобы отличать соединяющие сегменты от вспомогательных (так как они имеют различные назначения), и объединять концевые точки таких сегментов, когда это необходимо.

Большинство геометрических ошибок может быть сведено к проблеме, касающейся точек объектов. Поэтому должны быть ясно определены различные возможности обработки точек. Следующий список представляет основные операции, которые могут быть применены к точкам:

- добавление новой точки;
- удаление точки;
- слияние двух точек;
- проектирование точки на сегмент;
- изменение координат существующей точки.

Исправление многоугольника с неправильными углами (с бесполезными точками) может быть разделено на три части, как показано на рис. 8:

- (1) вычисление лучшего местоположения вершины;
- (2) проектирование;
- (3) удаление бесполезных точек.

Рисунок 8 иллюстрирует только самый простой процесс, который может быть применен к этому виду ошибки. Можно использовать несколько вариантов, чтобы найти лучшее местоположение для вершины, как-то: центр тяжести точек, пересечение двух значимых сегментов, использование других объектов.

Только ограничения топологической целостности, использующие спецификацию «запрещенное», могут привести к полуавтоматическим исправлениям. В этом случае ошибка определена как запрещенное топологическое отношение между двумя объектами, поэтому способ исправления ошибки будет состоять в

том, чтобы изменить топологическое отношение между этими объектами. Будет рассчитан ряд сценариев исправления с использованием нескольких видов изменений к обоим объектам, входящим в запрещенное топологическое отношение (вместе или один за другим).

Предлагаются следующие изменения:

- модификация объектов:
 - перемещение объектов;
 - изменение формы объектов;
- удаление одного объекта;
- разбиение объекта (создание нового объекта).

Расчет и предлагаемые исправления сценариев имеют два основных преимущества. Первое — это облегчение и ускорение работы конечного пользователя. Второе — управление процессом исправления гарантирует, что исправление не создаст новую ошибку.

Перемещение объекта гарантирует, что поверхностная область обоих объектов остается неизменной. Один из двух объектов, входящих в запрещенное отношение, перемещается согласно основному направлению, пока топологическое отношение не изменится.

Изменение формы означает перемещение части объекта, оставляя при этом другую часть неизменной. Цель такого исправления состоит в том, чтобы изменить топологическое отношение между двумя объектами, не меняя отношения с другими объектами набора геоданных. Корректировки будут сделаны некоторым соответствующим алгоритмом, который привяжет характерные точки одного объекта к характерным точкам другого объекта.

Удаление одного объекта полезно, когда объект был оцифрован дважды. Тогда могут быть найдены два объекта, очень близко расположенные друг к другу. Однако удаление объекта не является простым мероприятием в базе геоданных из-за всех существующих ссылок на удаленные объекты (например, пространственная индексация). В этом случае удаление A и сохранение B означает замену A на B и может быть реализовано проставлением флажка, означающего, что нужно всегда использовать объект B вместо A при любой ссылке на A . Полное удаление объектов (и обновление всех ссылок) может быть выполнено впоследствии пакетной обработкой.

Разбиение одного объекта на два новых объекта позволяет поддерживать планарность карты. Единственное условие проверки состоит в том, что два новых топологических отношения отличаются от предыдущего. Такая коррекция может быть предложена, когда запрещенное отношение возникло из-за того, что один из двух объектов покрывает частью своей внутренней области внутреннюю область или границу другого объекта.

Тогда коррекции могут быть следующие:

- разбить один из двух объектов на несколько частей;
- создать новый объект, основанный на общей части объектов, и удалить его от каждого из объектов.

Для каждой топологической ошибки создается список возможных коррекций. Последний шаг процесса коррекции должен выбрать приемлемую коррекцию.

Довольно часто используемые структуры геоданных основаны на многоуровневой модели. В этом случае самые сложные проблемы заключаются в исправлении семантических ошибок, поскольку они основаны на топологии объектов. В худшем случае конечному пользователю придется использовать собственные инструментальные средства фиксации и модификации, обеспечиваемые программно. Однако следует помнить, что такой метод может привести к появлению новых ошибок в базе геоданных.

Расширение описанной выше проблемы касается геоданных, которые могли быть обновлены извне (кадастровые данные, например). В этом случае, поскольку модификации не были сделаны в системе, они не могли быть скопированы на другие уровни геоданных системы. Кроме того, журнал коррекций не мог быть доступен. Проблема состоит в том, чтобы заменить данные других уровней в правильном месте в соответствии с теми данными, которые уже были изменены. Таким образом, для решения этой проблемы необходимо предложить инструментальные средства для автоматического выполнения этих операций.

Процессы проверки часто используют допуск, который в общем случае является максимальным расстоянием между точками, но может иметь и другой геометрический формат (угол между двумя сегментами) [10]. Любой алгоритм, который использует допуск, учитывает выбранные ограничения. Фактически, допуск должен быть определен как абсолютное значение: ниже этого значения объект корректен (относительно проверяемого свойства), при превышении этого значения он некорректен. Такое четко определенное значение практически не может быть найдено; поэтому процесс обнаружения, который использует жесткий допуск, никогда не будет завершен: если значение допуска является слишком большим, ошибки могут остаться необнаруженными, и напротив: если это значение является слишком маленьким, могут быть пропущены объекты, которые не ошибочны. Таким образом, допуск должен устанавливаться соответственно проверяемым объектам и с точностью до набора геоданных, так, чтобы процесс обнаружения был завершенным, насколько это возможно.

Цель любой коррекции состоит в том, чтобы сохранить достигнутое качество в течение всего процесса коррекции и после его завершения.

При этом, прежде всего, различные процессы коррекции не должны привести к возникновению новых ошибок любого вида, т. е. применяемые алгоритмы должны гарантировать корректность исправленных геоданных относительно всех

других видов ошибок. Таким образом, эти процессы должны выполняться только единожды.

Следует также обратить внимание на порядок коррекций. Поскольку некоторые ошибки могут быть исправлены только после того как будет решен ряд других проблем, процессы коррекции, конечно, должны упорядочиваться: тогда мы можем предположить, что будем исправлять ошибки, касающиеся только одного объекта (структурные и геометрические ошибки) до исправления тех ошибок, которые касаются нескольких объектов (семантические ошибки). Обратный метод привел бы к путанице с частями, которые не соответствуют друг другу.

Наконец, когда база геоданных будет исправлена, необходимо избежать появления новых ошибок. Таким образом, должны быть созданы процедуры, которые могли бы автоматически проверить каждый новый объект, вставленный в базу геоданных.

Обычно ограничения целостности определяют правила пополнения базы геоданных. Правила применяются к классу географических объектов и заставляют каждый объект этого класса (дорога, например) соответствовать этим правилам. Это означает, что объекты реального мира имеют predetermined характеристики.

Тем не менее, такая гипотеза на практике слишком строгая. Исключения всегда имеют место в наборах геоданных. Например, большинство дорог не пересекает здания, но некоторые из них проходят внутри здания или под ним. Это не означает, что мы не можем использовать такое ограничение, но мы должны обеспечить способы обработки исключений.

Топологические ограничения целостности, которые были описаны выше, позволяют обнаруживать топологические ситуации, чтобы исправить их или только сообщать о них. Может быть, конечному пользователю необязательно исправлять каждое нарушение ограничения, обнаруженное в базе геоданных. Он может просто хранить их в базе исключений.

Существует два способа обработки исключений. Первый должен определить каждое ограничение с атрибутом «нет исключений» и сообщать о каждом случае, как только такое исключение будет обнаружено. База исключений тогда пополняется постепенно присоединением списка случаев исключений к каждому ограничению. В этом случае исключение — это выражение, содержащее пару объектов. Например:

Изначально

ОГРАНИЧЕНИЕ 1 = (Дорога, Пересечение, Здание, Запрещенное)
нет исключений.

После процесса обнаружения

ОГРАНИЧЕНИЕ 1 = (Дорога, Пересечение, Здание, Запрещенное)
с исключением (Искл24, Сущность47); (Искл53, Сущность47).

Второй способ заключается в том, чтобы позволить конечному пользователю создавать свой список исключений заранее. В этом случае пары объектов не проверяются в течение процесса обнаружения. На иерархической структуре определения геообъектов мы можем определить те ограничения целостности, которые унаследованы через иерархию и позволяют определять исключения на подклассах. Например:

Туннель — подкласс дороги.

ОГРАНИЧЕНИЕ 2 = (Дорога, Пересечение, Здание, Запрещенное)

с исключением (туннель, здание).

5 Заключение

В работе представлена структура для согласованности и коррекции наборов геоданных с учетом трех видов ошибок (структурные, геометрические и семантические). Проведение коррекций предполагает выполнение трех этапов:

1. *Подготовка к проверке.* В соответствии с содержанием базы геоданных должен быть выбран набор свойств и определен набор топологических ограничений целостности.
2. *Свойства и проверка ограничений.* Свойства проверяются посредством вычислительных геометрических алгоритмов, а ограничения проверяются предикатами первого порядка. Этот этап выявляет ряд ошибок.
3. *Исправление ошибок.* Сценарии коррекции создаются для каждого типа ошибки. Семантические (исходящие из ограничений топологической целостности) и геометрические ошибки обеспечиваются набором соответствующих инструментальных средств.

Целесообразно объединять различные подходы к выполнению коррекций, чтобы обеспечить различные уровни функционирования в зависимости от профиля пользователя.

Как было описано выше, не следует ограничиваться конкретной моделью геоданных (за исключением примеров структурных ошибок). Должна быть сформирована открытая система, в которой могут быть учтены новые виды ошибок, так как мы не можем убедиться в полноте перечисленных ошибок, которые будут найдены в пространственной базе геоданных [13]. Кроме того, возникают новые потребности, с которыми связаны новые ограничения в пространственных моделях геоданных (и новые виды ошибок).

Чтобы применять структуру к конкретной ГИС [14], необходимо произвести следующую адаптацию:

- проверка структурной согласованности и процессы коррекции должны быть перепроектированы согласно структурам геоданных конкретной ГИС;
- для каждой ГИС должен быть установлен свой список свойств;

– для каждой ГИС должны быть определены ограничения топологической целостности.

Литература

1. *Van Oort P.* ISO standards for geographic information. Book review // *Int. J. Appl. Earth Observation Geoinformation*, 2004. Vol. 6, No. 2. P. 159–160.
2. *Kainz W.* Logical consistency // *Elements of spatial data quality*. — Elsevier Science, 1995. P. 109–138.
3. *Salge P.* Semantic accuracy // *Elements of spatial data quality*. — Elsevier Science, 1995. P. 139–152.
4. *Billen R., Van de Weghe N.* Qualitative spatial reasoning // *Int. Encyclopedia Human Geography*, 2009. Vol. 5. P. 12–18.
5. *Egenhofer M. J.* Reasoning about binary topological relations // 2nd Symposium on Large Spatial Databases, SSD'91, Proceedings. Lecture Notes in Computer Science, 1991. Vol. 525. P. 143–159.
6. *Egenhofer M. J., Herring J. R.* A mathematical framework for the definition of topological relationships // 4th Symposium (International) on Spatial Data Handling, SDH-90, Proceedings. — Zurich, 1990. P. 803–813.
7. *Clementini E., Sharma J., Egenhofer M. J.* Modelling topological spatial relations: Strategies for query processing // *Computers Graphics*, 1994. Vol. 18. No. 6. P. 815–822.
8. *Shihong Du, Qimin Qin, Qiao Wang, Haijian Ma.* Evaluating structural and topological consistency of complex regions with broad boundaries in multi-resolution spatial databases // *Information Sci.*, 2008. Vol. 178. No. 1. P. 52–68.
9. *Liu K., Shi W.* Extended model of topological relations between spatial objects in geographic information systems // *Int. J. Appl. Earth Observation Geoinformation*, 2007. Vol. 9. No. 3. P. 264–275.
10. *Clementini E.* A model for uncertain lines // *J. Visual Languages Computing*, 2005. Vol. 16. No. 4. P. 271–288.
11. *Liu Yu, Guo Q., Kelly M.* A framework of region-based spatial relations for non-overlapping features and its application in object based image analysis // *ISPRS J. Photogrammetry Remote Sensing*, 2008. Vol. 63. No. 4. P. 461–475.
12. *Schockaert S., Smart P. D., Twaroch F. A.* Generating approximate region boundaries from heterogeneous spatial information: An evolutionary approach // *Information Sci.*, 2011. Vol. 181. No. 2. P. 257–283.
13. *Дулин С. К., Дулина Н. Г.* О проблеме согласованности базы геоданных. — М.: ВЦ РАН, 2007. 21 с.
14. *Розенберг И. Н., Дулин С. К.* Геоинформационный портал отрасли. Гарантировать достоверность данных // *Железнодорожный транспорт*, 2010. № 2. С. 12–17.

МЕТОДЫ УСТРАНЕНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ БЛОКА ЛЕКСИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ ИЗВЛЕЧЕНИИ ЗНАНИЙ ИЗ ТЕКСТОВ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА

*Н. В. Сомин¹, И. П. Кузнецов², В. Г. Николаев³, Н. С. Соловьева⁴,
А. Г. Мацкевич⁵*

Аннотация: Рассмотрены методики по совершенствованию блока лексико-морфологического анализа (ЛМА) семантико-ориентированного лингвистического процессора, осуществляющего извлечение знаний из текстов естественного языка (ЕЯ). Предложены методы и средства устранения неопределенностей при выделении из текстов лексем и предложений, а также методы комбинаторного и синтаксического анализа для устранения морфологической омонимии. Цель работы — извлечение из текстов различной информации, в том числе заданной в неявном виде.

Ключевые слова: имплицитная информация; морфологический анализ; омонимия; семантический лингвистический процессор

Введение

Компьютерный анализ текстов на ЕЯ — одна из наиболее трудных задач современной информатики. Еще лет 30 назад ученые считали, что необходимо построение формальной модели языка, включая и семантику, и только на этой основе возможно распознавание смысла фраз. Однако последующие исследования серьезно поколебали эту уверенность. Язык человека и его речь оказались настолько сложным объектом, что проекты создания универсальных моделей либо оставались нереализованными, либо вырождались в довольно ограниченные и слабо ориентированные на актуальные задачи разработки.

В ИПИ РАН работы по анализу ЕЯ, ведущиеся более 20 лет, приобрели иную, более реалистичную направленность. Как правило, пользователей интересует не весь заложенный в тексте смысл, а некоторые конкретные факты, характеризующие определенную предметную область. Например, следователям важны фигуранты, их места жительства, телефоны, приметы, действия лиц (с

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, somin@post.ru

²Институт проблем информатики Российской академии наук, igor-kuz@mtu-net.ru

³Институт проблем информатики Российской академии наук, DHLine@yandex.ru

⁴Институт проблем информатики Российской академии наук, nsomin@ipiran.ru

⁵Институт проблем информатики Российской академии наук, xmag@mail.ru

указанием места, времени), связи и др. Такая информация является основой для оперативно-розыскных действий, поиска по связям, различных видов анализа. Специалистов по кадрам интересуют организации, где человек работал, кем и когда это было. От этого зависит решение, связанное с подбором специалистов. Других пользователей интересуют памятные места, их местонахождение, кто автор, архитектор и т. д. Выделение такого рода **информационных объектов** и легло в основу разрабатываемых методов и систем. При этом разработчики пошли по пути создания достаточно универсального механизма выделения объектов — **семантико-ориентированного лингвистического процессора (ЛП)**. Настройка же на конкретную область приложения и особенности текста осуществляется за счет **лингвистических знаний (ЛЗ)** в виде предметных словарей, средств параметрической настройки, а также правил выделения объектов [1–4].

Дальнейшее развитие таких процессоров видится в совершенствовании методик и средств автоматизации для более точного и полного выявления объектов, их признаков и связей, устранения неопределенностей на всех уровнях формализации, дополнения структур знаний новой информацией, отсутствующей или заданной в неявном виде. Подобная **информация** называется **имплицитной**.

Имплицитная информация — знания, которые в тексте подразумеваются, но в явном виде не указаны [5–7]. Имплицитность проявляет себя по-разному. Во-первых, это подразумеваемые субъекты действий («*Задержан при попытке. . .*»), во-вторых, информация, которая порождается путем рассуждений, логического вывода (из того, что «*А1 взял книгу*» следует, что «*книга находится у А1*»), в-третьих, анафорические ссылки («*он*»), а также объекты без характеристических слов («*Семеновская 2–14*») и много другое. Выявление имплицитной информации поможет существенно дополнить и уточнить информационные объекты и связи, которые выделяются ЛП в процессе формализации текстов ЕЯ и которые необходимы для решения задач пользователя.

Важную роль при выявлении имплицитной информации играет морфологический анализ текста. Уже на этом этапе возможно отсечение многих неопределенностей, что существенно повышает качество работы ЛП и расширяет возможности более точного выявления имплицитной информации. Для более точной постановки задачи рассмотрим основные компоненты ЛП и роль блока ЛМА.

1 Структура лингвистического процессора и задачи

1.1 Компоненты лингвистического процессора

Семантико-ориентированный ЛП состоит из четырех основных компонент:

1. **Блок ЛМА.** Выделяет из документа слова и предложения и выдает в виде семантической сети (**ПС-документа**), представляющей последовательность

компонент (слов в нормальной форме, чисел, знаков) и их основные признаки, Использует набор предметных словарей (словарь стран, регионов России, имен, профессий и др.) для придания словам и словосочетаниям дополнительных семантических признаков [3, 4, 8].

2. **Блок синтактико-семантического анализа (ССА).** Блок путем анализа ПС-документа выделяет объекты и связи. На их основе он строит другую семантическую сеть, представляющую *семантическую структуру (СС-документа)*, называемую *содержательным портретом* [1, 9–11]. Такие портреты образуют структуры знаний, которые запоминаются в *базе знаний* (БЗ). Блок ССА обеспечивает:

- извлечение информационных объектов (лиц, организаций, событий, их места. . .);
- выявление связей объектов. Например, как лица связаны с организациями, адресами и др.;
- анализ глагольных форм, причастных и деепричастных оборотов с выявлением фактов участия объектов в тех или иных действиях;
- идентификация объектов с учетом анафорических ссылок и сокращенных наименований;
- выявление связей действий с их местом или временем (где и когда имело место данное действие или событие);
- анализ причинно-следственных и временных связей между действиями и событиями.

Блок ССА включает в себя базу *лингвистических знаний*, позволяющую гибко управлять работой ЛП.

3. **Блок экспертных решений (ЭС).** Анализирует структуры знаний в БЗ, решает логико-аналитические задачи и формирует дополнительную (экспертную) информацию, необходимую пользователю.

4. **Обратный лингвистический процессор (ОЛП).** Преобразует структуры знаний в тексты ЕЯ, которые должны быть выданы пользователю.

Имеется ряд вспомогательных блоков, один из которых — **блок построения каталогов объектов.** Этот блок выделяет из СС-документов объекты определенного типа, которые упорядочиваются по алфавиту и образуют каталог. Например, таким способом создаются каталоги лиц (их Ф.И.О.), дат, адресов и др. — только тех, которые встретились в документах [10].

Выявление имплицитной информации и устранение неопределенностей осуществляется (в рамках ЛП) на всех уровнях преобразования текстов. С каждым уровнем связаны свои методики, требующие разработки. Например, блоки

ЛМА (реализован на C++) и ССА (реализован на языке ДЕКЛ [1]) выполняют различные функции и связаны только через ПС-документов. В результате используемые в них методы и средства устранения неопределенностей и выявления имплицитной информации в достаточной степени независимы, что позволяет рассматривать их по отдельности.

1.2 Задачи выявления имплицитной информации

Для выявления имплицитной информации из текстов ЕЯ требуется проведение следующих работ.

1.2.1 Совершенствование блока лексико-морфологического анализа. Разработка методик (с доработкой соответствующих алгоритмов и программ) для устранения неопределенностей при следующих видах анализа:

- при разбиении текста на словоформы и предложения (неопределенности вызваны наличием в корпусах текстов лексем, содержащих буквы, цифры и разделители практически в произвольной последовательности);
- при присвоении словам морфологических и ряда семантических признаков за счет анализа составных частей словоформы (выделение фамилий);
- при ранжировании вариантов лексико-морфологического анализа (разрешение лексической полисемии);
- при присвоении словам семантических признаков на основе предметных каталогов (в случае наличия несколько вариантов такого присвоения, взятых из различных каталогов);
- при выделении объектов фиксированной структуры (адресов, e-майлов, имен сайтов и др.);
- при приведении выделенных объектов в стандартную форму (для адресов).

1.2.2 Разработка и реализация методик выявления объектов и их ролевых функций (потерпевший, преступник, террорист, сотрудник милиции и др.) по косвенным признакам и контексту. Создание правил такого выявления в структуре лингвистических знаний блока синтактико-семантического анализа.

1.2.3 Разработка и реализация методик выявления объектов, заданных в неявном виде, при отсутствии характеристических признаков объекта (например, при выделении иностранных Ф.И.О., когда фамилии и имена — достаточно произвольные слова). Использование предположений о возможном их появлении. Создание правил такого выявления в структуре лингвистических знаний блока синтактико-семантического анализа.

1.2.4 Разработка и реализация методик выявления связей объектов путем предположения их наличия (например, если выявлена автомашина, то поиск ее обладателя и т. д.). Создание правил такого выявления. Совершенствование блока синтактико-семантического анализа для поддержки этих правил.

1.2.5 Разработка методов идентификации объектов с учетом анафорических ссылок (местоимений) и их краткого описания. Создание правил идентификации в структуре лингвистических знаний.

Совершенствование блока синтактико-семантического анализа и предметных словарей для поддержки этих правил.

1.2.6 Исследование явления переноса объектов (когда субъект действия отсутствует, но подразумевается) и возможности его реализации в рамках ЛП.

1.2.7 Разработка и реализация методик анализа происшествий и событий, представленных в виде структуры знаний (СС-документов), с выявлением их значимых признаков и особенностей, отсутствующих в тексте описания. Создание соответствующих процедур принятия решений.

1.2.8 Разработка и реализация методик выявления значимых признаков объектов на основе анализа СС-документов. Создание соответствующих ДЕКЛ-программ и их проверка на корпусе текстов в области «Памятники» — для дополнительного указания: «Кому посвящен памятник», «Кто автор», «Место расположения» и др. Эта информация зачастую задается в неявном виде.

1.2.9 Разработка экспертных систем, использующих структуры знаний для порождения новой информации об объектах, в том числе обеспечивающих классификацию объектов по текстам их описания.

Эта программа работ будет реализовываться в рамках проекта «Лингво-ИИ» в 2010–2012 гг. Хотя в данном перечне указаны все направления развития ЛП в сторону выявления имплицитной информации, последующий материал статьи посвящен только рассмотрению новых возможностей блока ЛМА, разработанных в рамках проекта «Лингво-ИИ» за 2010 г. и перечисленных в п. 1.2.1. Развитие блока ССА для реализации других перечисленных задач (разработанных в рамках упомянутого проекта в 2010 г.) рассматривается в другой статье данного сборника [12].

2 Методы устранения лексической полисемии

2.1 Проблемы лексической полисемии

Читая текст, человек легко узнает в нем лексемы и прочие элементы текста. При этом для него не составляет труда понять принадлежность каждого элемента к определенному лексическому классу. Все это происходит незаметно для сознания, автоматически, без заострения внимания. Однако при компьютерной обработке текста все умалчиваемые методы распознавания типов лексем должны быть выведены на эксплицитный уровень.

При этом анализе возникает ряд неоднозначностей. Так, например, знак «.» (точка) может служить как:

- конец предложения;
- признак сокращения («ед.», «прил.»);

- признак сокращения имени или отчества (типа «И.», «А.»);
- разделитель целой и дробной части числа (3.14) (в англоязычной литературе);
- даты или времени;
- разделитель частей ссылки (Мф.14);
- разделитель части электронного или Интернет-адреса (<http://www.zavtra.ru/>)

и еще ряде специфических случаев.

Другим примером лексической неопределенности может служить проблема конца предложения. Из только что приведенного примера ясно, что точка не может служить надежным признаком конца предложения. С другой стороны, в современных текстах предложение часто не заканчивается точкой. В то же время, аккуратное решение этой проблемы крайне важно, поскольку именно предложение является основным элементом текста, подвергаемым как целое и синтаксическому, и семантическому анализам.

Для подобного рода неопределенностей имеет смысл использовать термин **лексическая полисемия**, подчеркивающий многозначность разбора, от которой крайне желательно избавиться.

Опыт показывает, что главным способом борьбы с лексической полисемией является правильная классификация лексических единиц. «Правильная» означает, что классификация должна помогать в решении основной задачи — выявления из текста информационных объектов. Но поскольку этот процесс многоуровневый, то хорошая классификация должна быть ориентирована не только на семантический анализ, но и на промежуточные уровни — морфологический и синтаксический анализы. Ниже обсуждаются проблемы классификации лексических единиц и использования предлагаемой классификации для снятия лексической полисемии.

Другим методом снятия лексической полисемии является настройка на лексические особенности задачи и предметной области. Ориентация на эти особенности человеком также происходит автоматически, бессознательно. Однако для системы анализа текстов, как правило, автоматическая настройка оказывается непосильной. В связи с этим были разработаны операторы настройки системы на предметную область [2, 11]. Многие из них ориентированы именно на лексический уровень анализа. Ниже описывается блок операторов настройки, предназначенный для корректной идентификации конца предложения.

2.2 Классификация лексем

Текущая версия блока ЛМА на этапе «предморфологии» распознает лексемы следующих типов:

- = 0 — русское слово, начинающееся с малой буквы;

- = 1 — русское слово, начинающееся с большой буквы;
- = 2 — русское слово только из больших букв;
- = 3 — термин-смесь (большие и малые буквы, цифры, разделители);
- = 4 — русское сокращение (с «.» на конце);
- = 5 — сложный предлог;
- = 6 — число;
- = 7 — слово из латинских букв;
- = 8 — смесь, содержащая «-» или «/», между которыми русское слово;
- = 9 — прочее;
- = 10 — слово в кавычках;
- = 11 — И. или О.;
- = 12 — римская цифра;
- = 13 — знак препинания;
- = 14 — слово из букв, среди которых более одной заглавной;
- = 19 — Интернет (URL-адрес);
- = 20 — e-mail;
- = 21 — тире (вокруг пробелы).

Как видно, классификация одномерная, что является ее недостатком.

Для более точного определения лексического типа лексемы, как показала практика, такой одномерной классификации недостаточно. Поэтому была предложена и находится в стадии реализации другая — уже многомерная — классификация лексем:

Признак 1: тип алфавита.

Значения:

1 — только кириллица;

2 — только латиница;

3 — число, т. е. лексема состоит из символов 0123456789 и «.,»;

0 — смесь алфавитов. Заметим, что и в «кириллицу», и в «латиницу» входит символ «.» — точка.

Признак 2: написание.

Значения:

1 — все символы — строчные (малые) буквы;

2 — первая буква прописная (большая), остальные строчные;

3 — все буквы прописные;

0 — другой вариант.

Признак 3: тип числа.

Значения:

1 — целое число;

2 — дробное число (с дробной частью через «.»);

0 — другое написание числа.

Признак 4: наличие знака числа.

Значения:

1 — знак числа имеется;

0 — знак числа отсутствует (или это не число вовсе).

Признак 5: лексема — односимвольный разделитель.

Значения:

1 — разделитель, являющийся знаком препинания («.,;!?— »);

2 — другой разделитель (не цифра, кириллица или латиница);

0 — не разделитель.

Признак 6: лексема — слово с точкой на конце.

Значения:

1 — слово, заканчивающееся точкой;

0 — другая лексема.

Признак 7: отдельные типы лексем.

Значения:

1 — Ф.И.О. (т. е. лексемы типа «И.», «О.», означающие сокращенные имена и отчества);

2 — римская цифра (например, «VI», «XXI»);

3 — слово в кавычках (причем кавычки могут быть разные: «», “”);

4 — Интернет-адрес (URL-адрес, например http://org.top100.rambler.ru/cgi-bin/stats_top100.cgi?id=598692&page=0, или <http://www.yandex.ru/>, или <http://post.ru/>);

5 — электронная почта (например, alexanderkoppenol@gmail.com, luarist@post.ru и прочие варианты написания адреса электронной почты);

6 — сложный предлог (например, «за исключением», «на основании», «с точки зрения»);

0 — лексема не подпадает ни под один из указанных типов.

Признак 8: длина лексемы в символах.

Используя такую систему признаков, можно, указав комбинацию значений, выделить большое множество лексем различных видов.

2.3 Разрешение неопределенностей при выделении лексем

Реализованные алгоритмы распознавания большинства из указанных признаков не требуют особых пояснений. Укажем лишь на два момента:

- (1) общую методику разработки такого рода алгоритмов;
- (2) специфический алгоритм распознавания сложных предлогов.

Общая методика. Главная проблема этих алгоритмов — не сложность их реализации, а их независимость друг от друга. Дело в том, что необходимо

вычисление большого количества значений признаков, причем операции во многом схожи. И потому возникает стремление общие для многих алгоритмов части объединить, построив весь алгоритм в виде дерева. Так быстрее писать, и код получается более компактным. Однако у такого подхода есть коварный недостаток — исправления на верхних (общих) участках дерева, необходимые для корректировки одного алгоритма, зачастую приводят к «порче», некорректной работе или даже полной неработоспособности другого алгоритма.

Опыт эксплуатации и модификации ясно показал, что надежность куда важнее длины кода. Поэтому «деревообразной» реализации подобной системы алгоритмов надо избегать.

Алгоритм выделения сложных предлогов. Этот алгоритм стоит упоминания ради способа представления информации о выявляемых сложных предлогах. Применяемый метод: «первое слово — остальные слова». Вот часть информации на языке C+ (массив `pd1[]` — первое слово сложного предлога):

```
char *pd1[]={‘в’,‘за’,‘к’,‘на’,‘при’,‘по’,‘с’,‘между’};
char *pd20[]={ ‘виде’,‘случае’, ‘результате’, ‘связи с’,
‘сторону’, ‘числе’, ‘процессе’, ‘силу’, ‘том’,
‘отличие от’, ‘пользу’, ‘форме’,‘конце концов’,
‘качестве’, ‘рамках’, ‘целом’, ‘целях’,‘частности’,
‘течение’, ‘соответствии’};
char *pd21[]={‘исключением’,‘счет’};
```

Суть метода в том, что составляется массив первых слов и на каждый элемент массива строится ссылка на массив последующих слов. Такой метод удачно разбивает поиск на два поиска с примерно равным по времени просмотром: сначала по массиву первых слов, а затем по массиву остальных слов, следующих за первым.

Отметим, что подобная организация информации позволяет организовать эффективный поиск в массивах с большим объемом информации, что особенно существенно при реализации предметных словарей.

2.4 Методы определения конца предложения

Для выявления имплицитной информации существенным фактором является корректное определение начала и конца предложения или абзаца. Дело в том, что абзац является той максимальной рамкой, в которой имеет смысл искать имплицитную информацию для объектов уже найденных, но не имеющих достаточного количества характеристик. Для ряда характеристик такой рамкой является предложение. Задачей блока ЛМА является определение границ абзаца или предложения еще до осуществления морфологического анализа. Если определение границ абзаца — задача относительно простая, то надежно найти конец предложения очень непросто. Возникающие проблемы мы и обсудим.

В настоящей версии блока ЛМА определение конца предложения осуществляется до лексического анализа и определения типологии лексем. Такое решение — наиболее естественное, но оно не может быть признано удачным. В частности, предложение может кончаться «.» точкой. Но «точка» может появиться в качестве символа, входящего в сокращение, дробное число, URL-адрес, адрес электронной почты, дату, Ф.И.О., время и еще ряд типов лексем. Поэтому, строго говоря, определить, являемся ли данная точка концом предложения, можно только после проведения «предморфологического» анализа.

Еще более радикальным образом эту проблему можно решить, если определять конец предложения после морфологического анализа лексем, для чего привлекать кроме лексической еще и морфологическую информацию.

Однако в современных текстах, причем зачастую прошедших неоднократную программную обработку, признаком конца предложения не является точка «.» или какой-либо другой фиксированный знак. Это может быть «конец ячейки» таблицы, который при преобразованиях потерялся, или другие, совершенно неожиданные комбинации символов. Чтобы на них правильно реагировать, в систему параметрической настройки блока были включено несколько операторов:

- NEW_SENT (произвольное число аргументов). Семантика: если указанное во фрагменте слово записано с прописной буквы и находится в начале строки текста, то оно рассматривается как начало нового предложения. Допустимы знаки «*», заменяющие окончание или указание части речи, типа *V, *T. Пример записи: NEW_SENT(ANALYSIS, ASSUR*). Действие: если слово «*Analysis*» или «*Assurance*» стоит в начале строки, то оно рассматривается как начало предложения.
- WORD_NEW_S (произвольное число аргументов). Семантика: если перед словом, которое удовлетворяет критериям фрагмента NEW_SENT, стоит символ или слово (из одной буквы), указанное в данном фрагменте, то этот символ рассматривается как начало предложения, причем этот символ из предложения удаляется. Пример записи: WORD_NEW_S(*, №), и одновременно указан оператор NEW_SENT(КОРРЕКТОР). Действие: словосочетание «№ *Корректор*» рассматривается как начало предложения (без №).
- END_SENT (произвольное число аргументов). Семантика: если в тексте встречается одно из указанных слов (символов, знаков), то оно считается концом предложения. Пример записи: END_SENT(“;”). Действие: точка с запятой «;» рассматривается как конец предложения.
- ABBR (произвольное число аргументов). Список сокращений с точками на конце, которые считаются цельными словами и точки не рассматриваются как конец предложения. Пример записи: ABBR(Inc., Ltd.). Действие: словосочетания «*Inc.*» и «*Ltd.*» рассматриваются как сокращения.

- SEPARATOR (произвольное число аргументов). Семантика: указание символов, которые всегда являются разделителями. Пример записи: SEPARATOR (“+”, “:”).

О всей системе операторов параметрической настройки см. [2, 4].

3 Методы устранения неопределенностей морфологического анализа

3.1 О проблеме морфологической омонимии

Выявление имплицитной информации часто связано с уточнением смысла текста ЕЯ. И немаловажную роль в этом процессе играет устранение **омонимии** морфологического анализа. Схема и особенности используемого морфологического анализа описаны в [8]. Следует отметить, что сам по себе морфологический анализ принципиально омонимичен. Например, лексема «стекло» может означать и существительное, и глагол. Лексема «связи» дает несколько вариантов морфологического анализа, с разными падежами и числом. Более того, как правило, лексема допускает несколько вариантов морфологического анализа — их число может превышать 20, а случаи однозначного морфологического анализа являются исключениями. Однако человек умеет из всех вариантов уверенно выбирать один правильный. Разумеется, он это делает, исходя из контекста — лексического, синтаксического, семантического, ситуационного и др. Какими же методами мы можем воспроизвести умение человека?

Прежде всего — использованием широкой номенклатуры морфологических признаков, что обеспечивает полноту морфологического анализа. Разработанная в ИПИ РАН система морфологических признаков традиционна и в то же время обладает высокой полнотой.

Другой метод — логический анализ, заключающийся в определении только допустимых комбинаций. Тут имеется большой простор для эвристических решений, пусть не всегда безупречных, но срабатывающих в ряде самых значимых случаев.

Однако практика показала, что наиболее эффективным методом является учет контекста. Наиболее очевидный путь реализации — использование частичного синтаксического анализа.

Далее будут рассмотрены несколько методов снятия морфологической омонимии, проанализированы их эффективность, достоинства и недостатки.

3.2 Система морфологических признаков

Прежде всего, необходимо описать систему морфологических признаков, выдаваемую системой морфологического анализа. Используемые морфологические признаки (каждому соответствует уникальный символ):

- f — фамилия;
- i — имя;

h — отчество;
г — география;
N — существительное;
A — прилагательное;
. — единственное число (по умолчанию);
: — множественное число;
м — мужской род;
ж — женский род;
с — средний род;
и — именительный;
р — родительный;
д — дательный;
в — винительный;
т — творительный;
п — предложный;
D — деепричастие;
R — наречие;
G — междометие;
U — числительное;
O — отглагольное прилагательное («бывший», «битый»);
H — частица;
P — предлог;
M — местоимение;
T — причастие;
V — глагол;
S — союз;
E — модальное слово;
Z — указательное местоимение («тот», «этот»);
W — вводное слово («надо»);
= — настоящее;
> — будущее;
< — прошедшее;
+ — положительная степень (по умолчанию);
* — сравнительная степень;
\$ — превосходная степень;
л — 1-е лицо;
Л — 2-е лицо;
L — 3-е лицо;
П — полная форма (по умолчанию);
к — краткая форма;

- Г — одновременно существительное (прилагательное, числительное, причастие) («малый», «нищий»);
Ф — инфинитив;
Ъ — изъявительное наклонение;
! — повелительное наклонение;
я — форма без *-ся / -сь* (по умолчанию);
I — одушевленное;
X — неодушевленное;
) — безличный глагол;
{ — личный / безличный глагол;
[— личное местоимение;
(— личный глагол;
} — личный / безличный глагол;
/ — совершенный / несовершенный вид;
ш — совершенный вид;
н — несовершенный вид;
– — отрицательное местоимение;
F — определительное местоимение;
Ж — притяжательное местоимение;
q — порядковое числительное;
Q — количественное числительное;
? — относительное (вопросительное) местоимение;
s — собирательное местоимение;
ч — непереходный глагол;
~ — переходный глагол;
@ — переходный / непереходный глагол;
w — слово в значении сказуемого («цар»);
u — неопределенное местоимение («некоторый»);
v — возвратный глагол (с *ся / сь*);
d — действительный залог;
b — страдательный залог;
ю — разносклоняемое;
Б — архаичное;
Д — числительное, характеризуется числом;
И — частица без ударения;
Й — ударный предлог;
Н — 1-е склонение;
Ф — 2-е склонение;
Ц — 3-е склонение;
1 — 1-я группа местоимения;
2 — 2-я группа местоимения;

- 3 — 3-я группа местоимения;
- 4 — 4-я группа местоимения;
- 5 — 5-я группа местоимения;
- 6 — 6-я группа местоимения;
- Ч — 1-е спряжение;
- Ш — 2-е спряжение;
- ы — И.О.
- 6 — более одной прописной;
- 7 — начинается с прописной;
- 0 — все прописные;
- э — английское слово;
- 8 — целое число;
- 9 — число с точкой;
- щ — сложный предлог;
- t — форма английского глагола be;
- г — артикль;
- Я — личное местоимение;
-] — англ.;
- # — морфология определена по аналогии;
- A — англ. *ing*-форма;
- B — англ. *ed*-форма (past-1);
- E — англ. *ed*-форма (past-2);

Несколько пояснений. Для одной лексемы блока ЛМА выдает несколько признаков; их набор и характеризует морфологический тип. Кроме чисто морфологических, блок выдает еще несколько лексических признаков, о которых речь шла выше, а также ряд фонетических признаков, которые могут быть использованы для синтеза речи.

Особое место занимает признак «#». Он означает, что данный набор признаков сформирован «по аналогии», т. е. была найдена словоформа с окончанием (т. е. несколькими конечными буквами), таким же как у данной лексемы, и набор морфологических признаков словоформы приписан данной лексеме. Варианты разбора «по аналогии» применяются для лексем, которых нет в морфологическом словаре.

Предлагаемое обилие морфологических признаков не означает их избыточность. Номенклатура признаков отражает объективную сложность морфологии русского языка. В принципе, любой из них может потребоваться в алгоритмах синтаксического и семантического анализов.

3.3 Устранение морфологической омонимии методами комбинаторного анализа

В настоящей версии блока ЛМА реализованы, наряду с другими, алгоритмы ликвидации морфологической омонимии, имеющие характер «логической чистки» набора вариантов анализа. Они основаны на следующих правилах.

Правило 1. Если имеют место два альтернативных варианта морфологического разбора, несовместимые между собой или практически несовместимые, то оставляется только один из них.

Например, если один из вариантов разбора имеет признак “f” — фамилия, то все варианты с признаком “#” вычеркиваются.

Правило 2. После сравнения двух вариантов разбора один из них может стать старшим. Отметим, что в принципе все варианты разбора равноправны. Однако для некоторых задач (например, генерации текстов) используется только один — старший — вариант разбора, стоящий на первом месте. Поэтому далеко не безразлично, какой именно вариант станет старшим.

Например, если какой-либо вариант разбора имеет признак «г» — географическое название, то он ставится на первое место.

Отметим, что если ни одно из такого рода правил не срабатывает, то по умолчанию старший вариант разбора вычисляется по специальному алгоритму, учитывающему достоверность морфологического анализа (по скольким буквам хвоста он получен) и наличие признаков «h», «i», «f», «г» и «V».

Правило 3. Склеивание вариантов: если варианты разбора совпадают с точностью до падежа, то они склеиваются в один вариант, где присутствуют оба падежа. Склеивание, по сути дела, является технической процедурой сокращения записи. Однако оно начинает играть существенную роль, учитывая алгоритмы по первым двум принципам.

Опыт использования алгоритмов (их около двух десятков), разработанных в соответствии с указанными общими принципами, показал их высокую эффективность.

3.4 Устранение неопределенностей методами синтаксического анализа

Другим эффективным методом устранения морфологической омонимии является использование элементов синтаксического анализа. Хорошо известно, что омонимию слова можно устранить при наличии словосочетаний. Так, если говорят «*большое стекло*», то вариант морфологического анализа как глагола для последнего слова отпадает. Исходя из этой идеи, было предложено:

- (а) Проверять на полное согласование (в роде, числе и падеже) существительное со стоящими перед ним прилагательными или причастиями. Если указанная

связь обнаруживается, то у обоих лексем оставлять только варианты разбора, совпадающие по роду, числу и падежу.

- (б) Проверять на наличие «генитивной цепочки» существительное (или группу существительного) и стоящие за ним дополнения в родительном падеже. Если такая связь обнаруживается, то у дополнения оставлять варианты разбора только с родительным падежом.

Последнее правило можно проиллюстрировать следующим примером. Если слово «связи» стоит в словосочетании «лейтенант связи», то морфологически многозначное слово «связи» (это существительное в родительном, дательном, предложном падежах единственного числа и винительном, именительном падежах множественного числа) приводится к однозначному разбору — родительный падеж единственного числа.

Использование элементов синтаксического анализа для устранения морфологической омонимии является очень эффективным методом, резко повышающим качество разбора. В связи с этим, этот метод требует своего развития. В частности, большую помощь может дать анализ словосочетаний типа «существительное – имя собственное», например «актер Дубрава». Фамилия «Дубрава» может быть распознана как женского рода, так и мужского. Синтаксический анализ словосочетания разрешает эту неоднозначность.

В связи с этим предлагается следующее правило:

- (в) Если выявлена связь (по числу, роду и падежу) между существительным (или группой существительного), имеющего признак одушевленности, и стоящей за ним именной группы (фамилии, имени, отчества или какого-либо их сочетания, то у именной группы вычеркивать все варианты разбора, противоречащие разбору существительного.

3.5 Особенности распознавания имен и фамилий

Используемый морфологический словарь содержит порядка 500 различных имен, отчеств и фамилий как русских, так и иностранных. Однако ясно, что этого недостаточно для уверенного распознавания очень важных элементов текста, поэтому в рамках «постморфологического» анализа действует специальная программа распознавания фамилий. Она основана на анализе окончаний и суффиксов, характерных для русских фамилий, а также фамилий, часто встречающихся в русскоязычных текстах.

Были выявлены все встречающиеся в фамилиях суффиксы и с каждым суффиксом сопоставлена парадигма возможных окончаний.

Список суффиксов закодирован в данном фрагменте исходного текста:

```
char *sok[]={ "ов", "ев", "ин", "ын", "ен" }; //массив указателей на суффиксы
char *sok1a[]={ "кая" };
char *sok1[]={ "кий" };
```



```

char *sok1o[]={ "кой"};
char *soka[]={ "ов", "ев", "ин", "ын"};
char *sok2[]={ "ян", "чан", "штейн", "янци", "гауз", "ер", "шиц"};
int lsok2=sizeof(sok2)/sizeof(char *);
/* char *sok3[]={ "ич"};
Char*sok2a[]={ "ян", "чан", "штейн", "янци", "гауз", "чук", "шук", "люк", "нюк",
               "сюк"}; //женские неизменяемые
char *sok4[]={ "йко", "нко", "мко", "учко", "рко", "вко", "эко", "пко", "ичко",
               "аго", "яго", "дзе", "швили", "елли", "ини"}; //мужские неизменяемые
char *sok5[]={ "чук", "шук", "люк", "нюк", "сюк"};

```

Отметим, что «суффиксы» и «окончания» — условные названия хвостов лексем, играющие определенную роль в распознавании фамилий.

Алгоритм программы вкратце сводится к следующему.

Выявляется слово с прописной буквы. Для него в массивах окончаний ищется подходящее окончание, а для данного окончания — подходящий суффикс. Если эти проверки (плюс некоторые дополнительные) прошли успешно, то слову присваивается признак «i» — фамилия — и с помощью суффикса формируется каноническая форма этой фамилии.

С помощью данного алгоритма удастся выявить основную массу встречающихся в текстах русских фамилий (по предварительным оценкам — до 90%). Однако данный алгоритм не решает проблемы распознавания фамилий европейского типа или фамилий восточных и среднеазиатских народов. Например, «Смит», «Линкольн», «Абу-Оглы» и пр. Тем не менее, в связи с нарастающей глобализацией количество такого рода фамилий увеличивается с каждым годом. Поэтому в разработках ИПИ РАН применяются дополнительные словари тюркских и западных имен, хотя их использование осуществляется на более поздних этапах анализа.

Отметим, что аналогичный алгоритм применяется и для распознавания фамилий на английском языке. Однако по сравнению с русским языком, в английском нет падежей, и потому нет необходимости различать «суффиксы» и «окончания».

3.6 Постморфологический анализ английских лексем

Важное место в методах выявления имплицитной информации занимает анализ текстов на английском языке [11].

Проблема морфологической омонимии для английского языка особенно актуальна. Дело в том, что большинство английских глаголов являются одновременно существительными и даже прилагательными. Например, «*stock*» — существительное, прилагательное и глагол; «*expense*» — существительное и глагол; «*result*» — существительное и глагол, «*single*» — существительное, прилагательное и глагол. При этом на практике разные лексемы имеют разную вероятность того или иного разбора: «*interest*», «*company*», как правило, суще-

ствительные, «*call*», как правило, глагол. Однако в словаре нет информации о наиболее часто применяемом варианте разбора, и поэтому эту информацию желательно выявлять из контекста. В то же время исследования показали, что это — необычайно сложная проблема, решение которой возможно лишь на уровне достаточно продвинутого синтаксического и семантического анализа. Поэтому она, в основном, решается на этих уровнях и описана в соответствующих разделах.

Что же касается «постморфологического» уровня, то тут привлекаются лишь несколько правил, а именно:

- (а) Для слов «*will*», «*shall*», «*were*» морфологический анализ не производится — их значения в английском языке столь разнообразны, что функции этих слов точнее выражаются алгоритмически (при синтаксическом и семантическом анализе), чем с помощью морфологических признаков.
- (б) Если слово распознается одновременно как существительное и как глагол, то варианту разбора с существительным дается более высокий вероятностный приоритет.
- (в) Если слово распознается одновременно как существительное, прилагательное и глагол, то вероятностные приоритеты назначаются в порядке: прилагательное—существительное—глагол.
- (г) Если обнаруживается *ing*-овая или *ed*-форма, то эта лексема рассматривается как форма глагола и именно этому варианту присваивается наивысший вероятностный приоритет. Для *ed*-формы вариант «прилагательное», если он есть, исключается. Для *ing*-овой формы вариант существительного исключается.

4 Заключение

В данной статье рассмотрены методики, разработанные в рамках проекта «Лингво-ИИ» в течение 2010 г. по совершенствованию блока лексико-морфологического анализа с целью более качественного извлечения знаний из текстов ЕЯ, в том числе заданных в неявном виде. Для этого:

- усовершенствованы методы и средства устранения неопределенностей при выделении из текстов лексем и предложений;
- модифицированы и реализованы методы комбинаторного и синтаксического анализа для устранения морфологической омонимии, а также неопределенностей при распознавании имен, фамилий и английских лексем.

Практическое использование результатов данной работы видится в различного рода системах обработки документов на ЕЯ, активно применяемых в настоящее время для анализа Интернет-данных.

Литература

1. *Кузнецов И. П., Мацкевич А. Г.* Семантико-ориентированные системы на основе баз знаний. — М.: МТУСИ, 2007. 173 с.
2. *Кузнецов И. П., Сомин Н. В.* Средства настройки семантико-ориентированной системы на выделение и поиск объектов // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2008. Вып. 18. С. 119–143.
3. *Кузнецов И. П., Сомин Н. В.* Особенности лексико-морфологического анализа при извлечении информационных объектов и связей из текстов естественного языка // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2009. Вып. 19. С. 97–118.
4. *Сомин Н. В., Кузнецов И. П., Мацкевич А. Г., Николаев В. Г.* Методы и средства настройки морфо-лексического анализатора на предметную область // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2009. Вып. 19.
5. *Падучева Е. В.* Высказывание и ее соотносительность с действительностью. — М.: Наука, 1985.
6. *Пирогова Ю. К.* ИмPLICITная информация как средство коммуникативного воздействия и манипулирования // Проблемы прикладной лингвистики. — М., 2001. С. 209–227.
7. *Кондрашова Д. С.* К проблеме классификации типов имPLICITной информации // Мат-лы VIII Междунар. конф. “Cognitive Modelling in Linguistics”. — Варна, 2005. Т. 1. С. 245–252.
8. *Сомин Н. В., Соловьева Н. С., Шарнин М. М.* Система морфологического анализа: опыт эксплуатации и модификации // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2005. Вып. 15. С. 20–30.
9. *Kuznetsov I., Kozerenko E.* The system for extracting semantic information from natural language texts // Conference (International) on Machine Learning, MLMTA-03, Proceedings. — Las Vegas, USA, 2003. P. 75–80.
10. *Кузнецов И. П.* Семантико-ориентированная система обработки неформализованной информации с выдачей результатов на естественном языке // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2006. Вып. 16. С. 235–253.
11. *Кузнецов И. П., Сомин Н. В.* Англо-русская система извлечения знаний из потоков информации в среде Интернет // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2007. Вып. 17. С. 236–254.
12. *Кузнецов И. П.* Семантические методы извлечения имPLICITной информации // Системы и средства информатики. — М.: ТОРУС ПРЕСС, 2011. Вып. 21. № 2. С. 4–10.

СЕМАНТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ИМПЛИЦИТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

*И. П. Кузнецов*¹

Аннотация: Одно из направлений развития семантико-ориентированных лингвистических процессоров, извлекающих структуры знаний из текстов естественного языка, связано с выявлением имплицитной информации, которая рассматривается в узком плане — как выявление новых свойств объектов, заданных в неявном виде. Предлагается методика такого выявления, основанная на анализе структур знаний. В качестве области приложения рассматривается задача выявления ролевых функций фигурантов на базе их описаний в документах криминальной милиции.

Ключевые слова: извлечение знаний из текстов; лингвистические процессоры; имплицитная информация; ролевые функции лиц

Введение

Одной из актуальных задач области информационных технологий является автоматическое извлечение знаний из текстов *естественного языка* (ЕЯ). Методики и средства такого извлечения определяются особенностями корпусов текстов и классом решаемых задач. Из текстов извлекается то, что нужно пользователю для решения стоящих перед ним задач. Например, задачи следователей-аналитиков из области «Криминалистика» заключаются в поиске фигурантов, их адресов, деяний, связей между фигурантами, поиск по приметам, поиск похожих фигурантов и происшествий и многое другое. Отсюда следует необходимость извлечения соответствующей информации из текстов ЕЯ: сводок происшествий, обвинительных заключений, справок по уголовным делам, записных книжек фигурантов и др. При этом информация должна быть представлена в форме, удобной для решения перечисленных ранее задач.

Другой пример — задачи кадровых агентств, где документами являются резюме людей, желающих получить работу. В резюме даются анкетные данные, места учебы и работы с указанием периодов и организаций или учебных заведений и т. д. Задачи кадровых агентств — поиск лиц по запросам клиентов. При этом следует учитывать, что часто резюме пишутся в свободной форме — в виде текстов ЕЯ. Такие резюме требуют формализации для организации необходимых поисков.

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, igor-kuz@mtu-net.ru

На протяжении последних 20 лет в ИПИ РАН развивается научное направление, связанное с формализацией текстов ЕЯ для решения задач в различных предметных областях [1–4]. Такая формализация заключается в извлечении из текстов так называемых **информационных объектов** (лиц, организаций, адресов, дат и др.) и связей между ними.

Отметим, что связи между объектами, которые интересуют пользователей, могут иметь высокую степень разнообразия. Например, интерес могут представлять не только связь лиц с их анкетными данными или объектами, которыми он владеет, но и действия или события, в которых эти лица участвуют. Такие события привязаны к времени, месту. Более того, одни события могут быть составной частью других. Они могут быть связаны причинно-следственными и временными отношениями. Для ряда задач подобные связи играют важную роль. Их тоже нужно выявлять и обрабатывать. Поэтому следует считать, что события — это тоже информационные объекты, связанные между собой и с другими информационными объектами. Возникают сложные структуры. Для их представления в рамках проектов ИПИ РАН разработан язык расширенных семантических сетей (РСС), а для обработки — производный язык ДЕКЛ [3].

Проблема извлечения знаний из текстов ЕЯ рассматривается под углом зрения выявления информационных объектов и связей с построением структур знаний, на основе которых осуществляется решение пользовательских задач. Для этого в рамках проектов ИПИ РАН разработан и постоянно совершенствуется **объектно-ориентированный лингвистический процессор** (ЛП), отображающий тексты ЕЯ на структуры знаний — так называемые **семантические портреты документов** (СС-документов) [1–3]. Для выдачи результатов разработан обратный лингвистический процессор, отображающий СС-документов на тексты ЕЯ.

Процессор ЛП реализован средствами языка ДЕКЛ и управляется **лингвистическими знаниями (ЛЗ)** в виде предметных словарей, средств параметрической настройки, а также правил выделения объектов и связей. С помощью ЛЗ осуществляется настройка ЛП на соответствующие категории пользователей и корпуса текстов. В результате возникает конкретная реализация. Таким образом, речь идет о средствах построения класса процессоров с широкими возможностями их настройки и совершенствования.

Дальнейшее развитие таких процессоров (ЛП) связано с выявлением из текстов ЕЯ так называемой **имплицитной информации**. Имеется в виду информация, которая подразумевается, дается в тексте в скрытом или неявном виде. Изучение видов имплицитной информации относится к области лингвистики и, как правило, рассматривается с точки зрения коммуникативного воздействия на адресата, например в процессе чтения текста или речевого акта [5–7]. Задача автоматического извлечения имплицитной информации из текстов ЕЯ возникла за последнее время при построении ЛП и рассматривается как дополнение

структур знаний новой информацией, которая восстанавливается путем анализа содержимого текста. В данной статье предлагается методика такого выявления, заключающаяся в использовании ЛП для отображения текстов ЕЯ на структуры знаний (РСС) и использовании средств логико-аналитической обработки (продукций языка ДЕКЛ) для порождения новой информации.

Преимущества и недостатки предлагаемой методики будут рассмотрены на конкретной задаче из области «Криминалистика» — выявления ролевых функций лиц (фигурантов) на основе совершенных ими деяний или за счет участия в определенных событиях.

1 Выявление ролевых функций объектов

Семантические методы выявления ролевых функций объектов (лиц) сводятся к анализу структур знаний (СС-документов) и их дополнению новыми фрагментами, представляющими эти функции. При этом с помощью ЛП из текстов ЕЯ извлекаются информационные объекты и связи, а также конструкции ЕЯ, представляющие действия, которые преобразуются в однотипные фрагменты ⟨имя действия⟩ (⟨arg.1⟩,⟨arg.2⟩, . . .). На базе них формируются СС-документы. Для порождения новых фрагментов используются продукции языка ДЕКЛ (правила ЕСЛИ . . . ТО), с помощью которых осуществляется анализ СС-документов и логический вывод. Для управления анализом используются специального вида управляющие фрагменты РСС, входящие в ЛЗ. Вначале рассмотрим традиционные методы выявления ролевых функций.

1.1 Синтактико-семантические формы

Задача выявления ролевых функций информационных объектов в общем виде включает в себя всевозможные «оценки», «окраски». Например, оценка стабильности предприятия (по информации из Интернет), окраска политических деятелей (положительная или отрицательная в зависимости от высказываний в прессе), оценка качества изделия (по высказываниям пользователей) и т. д. Часто напрямую не говорится — это плохо, а это хорошо. Как правило, в текстах ЕЯ описываются события, ситуации, в которых участвовал тот или иной информационный объект. По ним и делается оценка, которая зачастую представляется в виде нового (порожденного) свойства объекта.

Для решения данной задачи используются различные методы [8, 9]. Наиболее распространенный — метод выявления новых свойств объектов путем использования **синтактико-семантических форм**. Например:

- «кто — человек» учинил скандал,
- «кто — человек» задержан,
- «кто — человек» ударил «кого — человека» и т. д.

Применение таких форм к текстам ЕЯ заключается в поиске «оценочных» или «характеристических» слов типа «скандал», «ударить» и др. Как правило, это глаголы. Далее анализируется окрестность (глагольные формы), т. е. слова, стоящие слева и справа, их семантические классы и падежные формы. В результате даются оценки. По данным формам — что (первый) человек совершил «хулиганские действия» или что он «подозреваемый», а по третьей форме дополнительно, что второй человек «потерпевший». В общем случае должны анализироваться не слова, а наборы слов, составляющие информационные объекты. Например, ФИО человека с указанием его анкетных данных: «Иванов И. И., 1980 г.р., безработный, . . . ».

Применение таких форм требует различных видов анализа — морфологического (чтобы привести словоформы к одному виду и сформировать для них наборы признаков), синтаксического (строятся деревья разбора предложений, чтобы выделить связанные компоненты и найти место для оценочных слов) и семантического (чтобы выделять объекты, которые оцениваются, и связывать их с действиями).

Использование синтактико-семантических форм связано с определенными трудностями, вызванными особенностями ЕЯ: наличием в текстах причастных, деепричастных оборотов, различных пояснений, факультативных компонент (время, место, цель), анафорических ссылок и многое другое. В результате информационные объекты часто оказываются на значительном расстоянии от оценочных слов. Отсюда — значительные потери, влияющие на качество оценивания.

Пример 1. Текст взят из сводок происшествий ГУВД г. Москвы:

01.02.98 г. В 18.15 сотрудниками ОВД АП Галкиным и Тимаковым по ул. Байкальская 16-1-141 в своей квартире был задержан гр-н Кикин Иван Викторович 1952 г.р, безработный, который в состоянии алкогольного опьянения на почве неприязненных отношений нанес ножевое ранение в брюшную полость гр-ну Котову Артему Ивановичу 1973 г.р, прож. Плетешковский пер. 35-12, который от полученного ранения скончался на месте.

В данном примере подразумевается, что фигурант («Кикин. . . ») участвует в криминальных действиях — «*быть задержанным*», «*нанес ранение*». В то же время, между фигурантом и описанием его криминальных действий стоит множество вспомогательных компонент типа «*безработный*», «*в состоянии алкогольного опьянения*», «*на почве неприязненных отношений*», которые описывают свойства фигуранта и причину действий. Аналогичное относится и к другому лицу — *Котову*. Чтобы связать эти лица с их действиями требуется первоначальное выделение компонент, которые не должны учитываться в формах: годы рождения, адреса, свойства, время, место и др., что предполагает достаточно глубокий анализ текста с выделением объектов, их свойств и атрибутов. Еще одна проблема — идентификация объектов и местоимений. Их согласование по

роду-числу-падежу не всегда определяет такую идентификацию. В приведенном примере «*который*» относится к «*Кикину*», а не к «*переулку*».

Известно, что в ЕЯ возможно множество вариантов выражения одного и того же — с помощью различных синтаксических конструкций, глагольных групп, форм и т. д. Для выявления одной и той же ролевой функции может потребоваться большое количество форм. Для уменьшения их количества, во-первых, следует эквивалентные формы приводить к одному виду, например: «*A1 задержан*», «*задержанный A1*», «*согр. мил. задержал A1*» и др. Во-вторых, следует учитывать тот факт, что различные оценочные слова могут участвовать в одних и тех же формах и служить для выявления одних и тех же ролевых функций. Такие слова следует объединять в классы. Например, «*задержан*», «*разыскиваться*», «*осужден*». . . Возникает возможность обобщения форм — для уменьшения их количества.

1.2 Обобщенные синтактико-семантические форм

Рассмотрим **обобщенные синтактико-семантические формы** (или просто **обобщенные формы**), которые будем записывать в виде, допускающем их отображение на язык РСС и использование для анализа структур знаний. Для этого, во-первых, будем допускать в этих формах классы слов для представления множества вариантов. Во-вторых, будем использовать в обобщенных формах нормализованные слова. И в-третьих, не будем записывать в таких формах вспомогательные слова, не играющие роли при применении форм, например многие предлоги, малозначимые слова и др. Это позволит приблизить обобщенные формы к представлениям, используемым в СС-документах, и, соответственно, упростит построение ЛЗ и правил вывода.

Введем необходимые обозначения для обобщенных синтактико-семантических форм. Обозначим через *лицо1* — объект (человека) со свойством «подозреваемый», через *лицо2* — «потерпевший», а через *лицо3* — «заявитель».

Обобщенную форму ⟨*человек*⟩ «*учинил скандал*», из которой следует, что данный человек «подозреваемый», будем записывать в виде

⟨*лицо1*⟩ «*учинить скандал*»

Это форма с одним лицом. Форма с двумя лицами:

⟨*лицо1*⟩ «*угрожать*⟩ ⟨*лицо2*⟩

В данных формах используются нормализованные слова и отсутствуют компоненты, которые не учитываются: предлоги, союзы, время, место и др.

Как уже говорилось, применение таких форм к реальным текстам (как шаблонов) — это самый сложный процесс, где нужно учитывать наличие различных слов и конструкций между оценочными (характеристическими) словами и объектами. Но этого не требуется, когда форма преобразуется на язык РСС и (с помощью правил языка ДЕКЛ) применяется к СС-документам (см. п. 1.4).

Часто сам глагол не является достаточно информативным, и соответствующее действие определяется стоящим за ним одним или несколькими словами. Например, «сбить с ног» или «вырвать из рук», где глаголы «сбить» или «вырвать» не информативны. Будем называть такие наборы слов, объединенные в единое целое и представленные в виде терминов, **глагольными словосочетаниями**. Более того, многие действия определяются объектами, на которые направлено действие, а также их свойствами, орудиями действия и др. Это компоненты, уточняющие действия. Их тоже будем объединять в классы и давать в виде перечней или **альтернативных пар**. Например, (*угроза: насилие, убийство, слово, оружие, . . .*) означает, что имеет место или «угроза насилием» или «угроза убийством» и т. д.

Будем объединять в обобщенных формах слова, глагольные словосочетания и альтернативные пары с одними и теми же ролевыми функциями в отдельные классы. Их часто называют синонимичными рядами, которые являются основой многих **онтологий**. В связи с этим будем называть такие **классы онтологическими**. Рассмотрим пример онтологического класса для выявления: «подозреваемый»–«потерпевший».

Класс_1 = {ударить, избить, обсчитать, . . . , «вырвать из рук», «залезть в карман», . . . , (совершить: кража, обсчет, побои), (завладеть: деньги, кошелек), . . . } ,

⟨лицо1⟩ Класс_1 ⟨лицо2⟩.

Данная запись означает, что если в тексте дается описание одного из перечисленных действий, связывающих два лица, то первому лицу (субъекту действия) присваивается свойство «подозреваемый», а второму лицу (на которое направлено действие) — свойство «потерпевший».

Введем в обобщенные синтактико-семантические формы **факультативные компоненты**, которые будем отмечать звездочкой: «*». Например, в вышестоящей форме «потерпевший» может отсутствовать, что будет представлено как ⟨лицо2*⟩. При таком отсутствии форма будет служить для выявления «подозреваемого».

Рассмотрим еще один пример онтологического класса для выявления «потерпевшего»:

Класс_4 = {обратиться, заявить, сообщить, скончаться, (обнаружение: ранение, ушиб), (получить: травма, ушиб), . . . } ,

⟨лицо2⟩ Класс_4.

Данная запись означает, что если в тексте встретилось описание одного из перечисленных действий, то субъекту действия (*лицо2*) присваивается свойство «потерпевший».

Если с помощью имеющихся форм не выявлен «потерпевший», то с высокой степенью вероятности им является «заявитель». Более сложные случаи выявления ролевых функций лиц требуют анализа **составных действий**, т. е.

множество (последовательных) действия лица. Например, в формах:

Класс_8 = { «уйти из дому», уехать, . . . },
 ⟨лицо2⟩ класс_8* + не вернуться

представлено, что «потерпевший» (лицо2) «ушел из дому и не вернулся».

Отметим, что в онтологические классы могут быть включены не только действия, но и свойства лиц. Например, для выявления «подозреваемого» характеристическими словами являются: «неизвестные (лица)», «двое неизвестных» и т. д.

1.3 Содержательные портреты документов

Обобщенные формы представляют действия, а также их компоненты, которые связывают действия с ролевыми функциями. Предполагается, что такие действия и их аргументы выделены из текста. Это делается семантико-ориентированным ЛП, который на основе текста строит структуры знаний (СС-документа). Рассмотрим, как выглядят такие структуры в формализме РСС [1–3].

Пример 2. Текст взят из сводок происшествий ГУВД г. Москвы:

01.02.98 г. в 16-30 в ОВД обратился гр-н Митрофанов Виктор Михайлович, 1955 г.р., прож.: Боровское шоссе 38-211, н/р. Он заявил, что 01.02.98 г. в 10-00 у д. 3 по ул. Федосьино неизвестные находясь в пьяном виде учинили скандал, выражались нецензурной бранью, натравили собаку. В результате чего Митрофанов обратился в травмпункт, где был поставлен диагноз: укус ноги.

Содержательный портрет данного текста (СС-документа) имеет вид:

ДОК_(22, "1-02-98", "СВОДКА;" /0+) 0-(RUS)
 ОВД_(ОВД/1+)
 ФИО(МИТРОФАНОВ,ВИКТОР,МИХАЙЛОВИЧ,1955/2+)
 БЕЗРАБОТНЫЙ(2-/3+) 3-(22,PROP_-)
 АДР_(БОРОВСКИЙ,Ш.,38,211/4+)
 ПРОЖ.(2-,4-)
 АДР_(УЛ.,ФЕДОСЬИНО,ДОМ,3/5+)
 ФИО(" ", " ", " ", НЕСКОЛЬКО/6+)
 НЕИЗВЕСТНЫЙ(6-)
 ПЬЯНЫЙ(6-/7+) 7-(2,PROP_-)
 СКАНДАЛ(6-,ПЬЯНЫЙ/8+) 8-(22,АСТ_-)
 СООБЩИТЬ(2-,8-/9+) 9-(22,АСТ_-)
 ДАТА_(1998,02, 01," 10-00" /10+)
 Когда(9-,10-)
 ОБРАТИТЬСЯ(1-,ГР-Н,2-/11+) 11-(22,АСТ_-)
 ДАТА_(1998,02,~01,"16-30" /12+)

Когда(11-,12-)

ВЫРАЖАТЬСЯ(6-,НЕЦЕНЗУРНЫЙ,БРАНЬ/13+) 13-(22,АСТ_)

НАТРАВИТЬ(6-,СОБАКА/14+) 14-(0,АСТ_)

ОБРАТИТЬСЯ(2-,В,ТРАВМПУНКТ/14+) 14-(0,АСТ_)

ПОСТАВИТЬ(ДИАГНОЗ,УКУС,НОГА/16+) 16-(0,АСТ_)

ПРЕДЛ_(22,11-,4-,3-,9-,13-,14-/17+) 17-(2,15,341)

ПРЕДЛ_(22,15-,16-/18+) 18-(6,342,448)

Содержательный портрет состоит из элементарных фрагментов, аргументами которых являются слова в нормальной форме (необходимо для поиска и обработки). Каждый элементарный фрагмент имеет свой уникальный код, который записывается в виде числа со знаком + и отделяется косой линией. Например, в фрагменте ОВД_(ОВД/1+) знак 1+ есть его код (а 1- — ссылки на него). Фрагменты ДОК_(22, "1-02-98.ТХТ", "СВОДКА;" /0+) 0-(RUS) указывают, что содержательный портрет построен на основе русскоязычного текста документа с номером 22 из файла 1-02-98.ТХТ, который обрабатывался как сводка происшествий (от этого зависят лингвистические знания). Следующие фрагменты представляет отделение милиции (ОВД_), лицо (ФИО), его свойство (PROP) — *безработный*, адрес (АДР_) и т. д. Знаки 2+, 2-, 3+, 3-, . . . — это коды фрагментов, с помощью которых задаются их связи и отношения. Например, фрагмент ПРОЖ_(2-,4-) представляет отношение, что лицо (представленное как ФИО с кодом 2+) проживает по адресу (фрагмент АДР_ с кодом 4+). Действия также представляются в виде фрагментов типа СКАНДАЛ(6-,ПЬЯНЫЙ/8+) 8-(22,АСТ_), где представлено, что «лицо (ФИО с кодом 6+), будучи пьяным, учинило скандал». С помощью кода (8+,8-) указывается, что фрагмент представляет действие (АСТ_) и относится к документу с номером 22. Такие коды также служат для представления времени, места действия и фактов их комбинирования — когда одно действие включено в состав другого. Будем называть такие **действия составными**. Например, фрагмент СООБЩИТЬ(2-,8-/9+) представляет, что лицо (код 2+) сообщило о действии (код 8+), т. е. об «*учиненном скандале*». Следующие фрагменты ДАТА_(... /10+) Когда(9-,10-) представляют время (ДАТА_) и что оно относится к действию «*сообщить*» (код 9+).

Особую роль играют фрагменты ПРЕДЛ_(...), которые соответствуют предложениям. Они заполняются словами, не вошедшими в информационные объекты (в данном примере их нет), а также кодами самих объектов. К этим фрагментам добавляются указатели их местоположения в тексте. Например, фрагмент

ПРЕДЛ_(22,11-,3-,9-,13-,14-/17+) 17-(2,15,341)

представляет тот факт, что объекты с кодами 11- (соответствует действию «*обратиться*»), 3- (соответствует свойству «*безработный*») и др. находятся в предложении, которое начинается со 2-й строки текста документа и занимают место от 15-го до 341-го байта. Это средства позиционирования, которые необходимы для работы обратного ЛП.

Анализируя данный пример, можно сделать следующие выводы:

1. В СС-документа оценочные (характеристические) слова оказываются или в одном фрагменте с объектом — СКАНДАЛ(⟨лицо⟩, ...), или рядом, т.е. коды действий, в которых участвует объект, соседствуют в ПРЕДЛ_(...9-,13-,14-...). При этом учитывается и возможность составных действий.
2. По действиям, представленным как СКАНДАЛ(⟨лицо⟩, ...), можно сделать вывод, что речь идет о «подозреваемом», а СООБЩИТЬ (⟨отд.мил.⟩, ⟨лицо⟩) — что лицом является «потерпевший» или «заявитель». Такие выводы легко порождаются с помощью правил ЕСЛИ ... ТО (называемых **продукциями**) языка ДЕКЛ, которые являются основой выявления ролевых функций.
3. Имеют место определенные трудности деления текста на предложения (в старом варианте). Сокращение «н/р.» (с точкой в конце) не было понято ЛП как конец предложения.
4. Процессор ЛП правильно идентифицировал местоимение *Он*, а также сумел выявить участие субъекта («неизвестные») в действиях «выражаться нецензурной бранью» и «натравить собаку», которые тоже характеризуют субъект. В то же время ЛП не удалось связать действие «поставлен диагноз» с лицом — «Митрофанов. . . » (код 2-).

В данном случае пример оказался удачным. В то же время процессор ЛП (с его ЛЗ) разрабатывался для задач криминальной милиции, связанных с различными видами объектных поисков: поиск похожих фигурантов (адресов и т. д.), поиск по связям, точный поиск объектов, поиск по приметам и др. При этом не требовалось анализа некоторых сложных форм ЕЯ. Имеются в виду случаи перечисления объектов, участвующих в однотипных действиях (описываются одним глаголом), перечисления действий одного объекта и др. В отличие от сказанного, при выявлении ролевых функций для каждого объекта требуется указание его участия в каждом действии.

Во многих случаях причиной неточностей в СС-документа явились многочисленные ошибки: отсутствие знаков препинания или их наличие, где не требуется, не принятые сокращения, разрывы в словах и много другое. Дело в том, что документы, входящие в сводки происшествий, составляют на месте люди (милиционеры) различной степени грамотности.

Определенные трудности вызывает наличие в анализируемых глагольных формах словосочетаний, представляющих причину действий («на почве неприязненных отношений», «в споре», «из хулиганских побуждений», . . .), сопутствующие действия («при личном досмотре», «при поставке оружия», «во время кражи», . . .) и др. Многие из таких словосочетаний в сводках происшествий

встречаются регулярно и поэтому задаются в виде перечней — в предметном словаре.

1.4 Средства выявления ролевых функций

Как уже говорилось, в рамках предлагаемой методики (вместо применения синтактико-семантических форм к документам) используются правила логического вывода и преобразования структур знаний — СС-документов, в которых нет морфологических признаков (типа *кто, кого, . . .*), а субъекты и объекты различаются по их расположению в фрагментах РСС, представляющих действия: субъект стоит впереди объектов. Имена фрагментов представляют характер действий.

Обобщенные синтактико-семантические формы трансформируются в фрагменты РСС, которые определяют преобразования и логический вывод, осуществляемые продукциями языка ДЕКЛ. Они играют роль **логико-семантической оболочки**, определяющей преобразования и логический вывод на основе СС-документов. После заполнения оболочки **онтолого-фрагментарными знаниями** (ОФЗ), состоящими из упомянутых фрагментов РСС, образуется программа, осуществляющая выявление ролевых функций и пополнение СС-документа соответствующими фрагментами. При таком подходе удастся избежать многих трудностей, связанных с особенностями конструкций ЕЯ и спецификой использования синтактико-семантических форм.

Имеется множество вариантов построения оболочек и представления соответствующих знаний, которые различаются по степени их обобщенности. Рассмотрим вариант, который соответствует обобщенным формам, рассмотренным в п. 1.2. При этом *лицо1, лицо2, . . .* трансформируются в константы MAN_1, MAN_2, . . ., для которых с помощью фрагментов РСС указываются ролевые функции. Классы Класс_1, Класс_2 трансформируются в константы CLASS_D1, CLASS_D2, . . ., а их элементы задаются как аргументы фрагментов, именами которых являются эти константы.

Случай 1. Ролевые функции определяются именами действий.

В данном случае для выделения объектов (фигурантов), которым требуется присвоение свойств (ролевых функций), используются фрагменты следующего вида:

```
INTERPRET(MAN_2,FIO,"потерпевший")
FORMA_CC(MAN_2,CLASS_D4,"")
CLASS_D4(ОБРАТИТЬСЯ,ЗАЯВИТЬ,СООБЩИТЬ,
СКОНЧАТЬСЯ, . . .)
```

Первый фрагмент INTERPRET(...) означает, что из СС-документа нужно выделять фрагменты вида FIO(...), соответствующие фигурантам, и анализировать возможность присвоения им свойства "потерпевший". Такие фигуранты

условно обозначаются как MAN_2. Второй фрагмент FORMA_CC(...) задает условия присвоения для MAN_2, определяемое константой CLASS_D4. В третьем фрагменте CLASS_D4(...) перечисляются слова, представляющие действия. Представляется принадлежность слов к классу CLASS_D4. Если фигурант участвует в одном из перечисленных действий, то ему присваивается свойство “потерпевший”. Такое участие выявляется путем анализа СС-документа. Если в нем имеется фрагмент ОБРАТИТЬСЯ(..., N-, ...), аргументом которого является код FIO(.../N+), то добавляется фрагмент N- (“потерпевший”), представляющий ролевую функцию соответствующего фигуранта.

Применительно СС-документа, представленного в примере 2, анализ будет происходить следующим образом. Последовательно выделяются фрагменты FIO(...), соответствующие фигурантом. Первым будет выделен FIO(МИТРОФАНОВ, .../2+). Его код 2- является аргументом фрагмента ОБРАТИТЬСЯ(1-,ГР-Н,2-/11+), представляющим действие. В связи с этим к СС-документа будет добавлен фрагмент 11- (“потерпевший”), который через обратный ЛП будет преобразован в сообщение, что «Митрофанов Виктор Михайлович является потерпевшим». Подобные действия реализуются в рамках логико-лингвистической оболочки.

Случай 2. Рольевые функции определяются действиями и поясняющими словами.

Для этого используются те же фрагменты, как в первом случае, но при перечислении имен действий вводятся дополнительные фрагменты, представляющие действия с возможными поясняющими словами:

INTERPRET(MAN_1,FIO, “подозреваемый”)
 FORMA_CC(MAN_1,CLASS_D3, “ ”)
 ОБМАН(ПОТРЕБИТЕЛЬ,ПОКУПАТЕЛЬ/15+)
 НАТРАВИТЬ(СОБАКА/16+)
 ВЫРАЖАТЬСЯ(НЕЦЕНЗУРНЫЙ,БРАНЬ,МАТЕРНЫЙ, .../17+)
 CLASS_D3(ЗАДЕРЖАН,РАЗЫСКИВАТЬСЯ, ...,15-,16-,17-)

Данные фрагменты определяют действия по выделению лиц (MAN_1), которым присваивается свойство “подозреваемый”. Для этого на уровне структур знаний анализируется их участие в действиях «задержан», «разыскиваться», а также в составных действиях: «натравить собаку», «выразиться нецензурный . . . », «выразиться матерными . . . » и др.

В примере 2 код фрагмента FIO(“ ”, “ ”, “ ”,НЕСКОЛЬКО/6+), представляющего неизвестных лиц, является аргументом фрагмента НАТРАВИТЬ(6-,СОБАКА/14+), представляющего действие «натравить» с поясняющим словом «собака». Поэтому добавляется фрагмент 6- (“подозреваемый”), представляющий, что «неизвестные лица являются подозреваемыми», и через обратный ЛП дается объяснение такому выводу (см. ниже). Аналогичный вывод будет сделан на основе фрагмента ВЫРАЖАТЬСЯ(6-,НЕЦЕНЗУРНЫЙ,БРАНЬ/13+), но с другими объяснениями.

Случай 3. Действия определяют ролевые функции нескольких лиц.

Для этого (дополнительно к фрагментам INTERPRET) добавляются фрагменты:

CLASS_D1(УДАРИТЬ,ИЗБИТЬ, ...)
FORMA_CC(MAN_1,CLASS_D1,MAN_2),

где FORMA_CC(...) указывает на необходимость поиска двух лиц — “подозреваемый” и “потерпевший” (MAN_1 и MAN_2), участвующих в одних и тех же действиях, которые перечисляются в фрагменте CLASS_D1(...). Например, «некое одно лицо ударило другое. . .». В соответствующем фрагменте УДАРИТЬ(...) код FIO(...), соответствующий первому лицу, будет стоять впереди второго.

Приведенные фрагменты PCC составляют знания ОФЗ, которые постоянно дополняются — за счет пополнения классов новыми словами-действиями и поясняющими словами. Процесс пополнения достаточно простой. Если не выявлена ролевая функция, то нужно посмотреть в СС-документа, в каком действии участвует тот или иной фигурант (по тексту легко определяется его роль). Далее находятся соответствующие константы, которыми пополняются классы знаний ОФЗ. В дальнейшем предполагается автоматизировать процесс пополнения знаний ОФЗ следующим образом. В тексте отмечаются слова, определяющие ролевые функции. Далее в сформированном СС-документе находятся соответствующие константы, которые пополняют знания ОФЗ.

Случай 4. Ролевые функции определяются словами или словосочетаниями.

Такие функции задаются с помощью правил, которые реализуются на языке ДЕКЛ. Вот некоторые из них.

Правило А. Если в документе, взятом из сводок происшествий, говорится о нескольких неизвестных лицах, то они, как правило, и есть подозреваемые.

Правило В. Если в документе говорится об одном неизвестном лице, для которого не выявлены ролевые функции и при анализе документа не выявлено подозреваемых, то это лицо и является подозреваемым.

1.5 Объяснение результатов

Объяснение результатов осуществляется через обратный ЛП. Обратный ЛП на основе СС-документа и дополнительных фрагментов к нему строит тексты на ЕЯ, которые выдаются пользователю. Обратный ЛП по кодам фрагментов, соответствующих объекту и действиям, находит предложение (ПРЕДЛ) и его месторасположение в тексте документа. По аргументам этих фрагментов (словам в нормальной форме) он находит компоненты предложения, в которых описываются упомянутые объект и действия. Эти компоненты преобразуются в форму, пригодную для выдачи пользователю. Дело в том, что многие компоненты трансформируются в зависимости от контекста. Например, «. . . угрожал

Петрову И.И. . . .», где при выдаче ФИО должно быть преобразовано в «*Петров И.И.*».

Далее выдается описание объекта, его порожденное свойство и действия, объясняющие это свойство — ролевую функцию.

Пример 3. При использовании приведенных выше знаний ОФЗ знаний к СС-документа примера 2 будут сформированы ролевые функции, которые с помощью обратного ЛП будут выданы пользователю в следующем виде:

*неизвестные – подозреваемые,
так как — неизвестные, находясь в пьяном виде, учинили скандал,
выражались нецензурной бранью,
натравили собаку.*

*Митрофанов Евгений Михайлович, 1953 год р. — потерпевший,
так как — в ОВД обратился гр-н Митрофанов Евгений Михайлович,
1953 год р.,
так как — Митрофанов обратился в травмпункт.*

Пример 4. Текст документа (с номером 27) взят из сводок ГУВД:
01.02.98 в 15.30 уч. инс. ОВД Навценой по ул. Вешняковская дом 39-Д в ЗАО «ТК ВОСТОК» была задержана гр-ка Яковлева Людмила Владимировна, прож.: ул. Вешняковская 122-1-26, которая допустила обман потребителей на сумму 9 руб.

После обработки текста процессором ЛП сформирован содержательный портрет — СС-документа. При формировании ролевых функций были использованы фрагменты — см. п. 1.4, случай 2. В результате была выявлена подозреваемая и были выданы следующие объяснения:

*Яковлева Людмила Владимировна — подозреваемая,
так как — ОВД Навценой в ЗАО «ТК ВОСТОК» была задержана гр-ка
Яковлева Людмила Владимировна,
так как — которая допустила обман потребителей на сумму 9 руб.*

Другой пример приведен на рис. 1, где слева показан текст документа с номером 128. На его основе с помощью ЛП был построен СС-документа. Путем использования логико-семантической оболочки были проанализированы действия лиц и выявлены их ролевые функции. Результаты выданы в виде объяснений, приведенных в правой части рис. 1.

Отметим, что все рассмотренные действия, связанные с различными случаями выявления ролевых функций и объяснением результатов, реализуются в рамках логико-семантической оболочки, которая реализована в виде программы на языке ДЕКЛ. В связи с ориентацией языка ДЕКЛ на обработку структур знаний (на РСС) и широкой возможностью использования обобщенных продукций [3], программа на ДЕКЛ получилась достаточно простой. Она содержит 16 продукций — около 4 Кбайт текста.

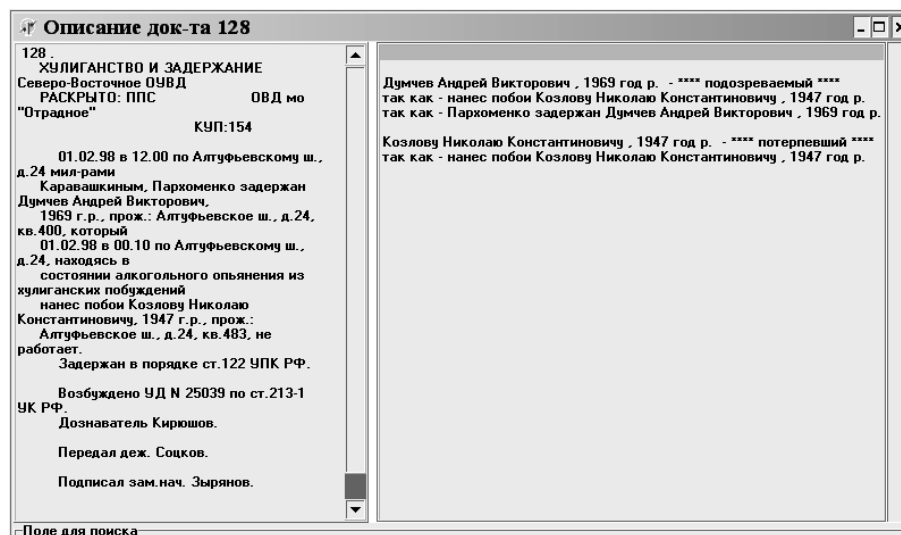


Рис. 1 Пример объяснений ролевых функций лиц

2 Выявление новых объектов и связей

В данном разделе будут рассмотрены методики выявления новых объектов и связей, заданных в неявном виде, в процессе синтактико-семантического анализа, а также средства реализации этих методик.

При выявлении новых объектов используется принцип **ожидания** — после одних слов или объектов ожидается наличие других. Например, если после слова «*инженер*» стоит слово с большой буквы (и это не название организации), то, скорее всего, оно относится к ФИО. Таким образом, начинается выделение объектов, у которых нет характеристических слов, определяющих их наличие. Например, не распознаны компоненты ФИО.

В текстах ЕЯ многие связи подразумеваются и привязаны к типу выявленных объектов. Например, если выявлен адрес, то, скорее всего, он относится к какому-либо определенному лицу (или организации), которое нужно искать. При результативном поиске формируется новая связь. На этом основана методика формирования новых связей. Она заключается в следующем. В процессе анализа текста строятся «временные» фрагменты, представляющие связи выявленных объектов с пока что неизвестными объектами, которые специальным образом отмечаются. В дальнейшем осуществляется их поиск. Если соответствующий объект не найден, то «временной» фрагмент удаляется из СС-документа. Если найден, то фрагмент остается и вводится в структуру СС-документа.

Аналогичная методика используется при формировании новых признаков. Формируется признак с пока что неизвестным объектом, который в дальнейшем уточняется.

При формировании объектов некоторые компоненты могут быть сразу не найдены, например, год рождения, который в СС-документа представляется как компонента ФИО. Тогда в соответствующих фрагментах специальными константами отмечаются незаполненные аргументные места, которые в дальнейшем уточняются. Для более детального описания методик и средств их реализации рассмотрим правила и этапы построения СС-документов в процессе синтактико-семантического анализа.

2.1 Правила синтактико-семантического анализа

Синтактико-семантический анализ необходим для выделения связанных групп слов, а также информационных объектов: адресов, номеров машин, организаций и др. Последние, как правило, — это наборы слов, которые могут быть грамматически никак не согласованы. Их выделение осуществляется по чисто формальным принципам. Например, адрес может рассматриваться как набор буквосочетаний «г.», «ул.», «д.», . . . , слов с большой буквы и чисел. Каждый такой набор может иметь свои границы и недопустимые компоненты. Например, в адресах не может быть ФИО, глаголов и т. д. Выделение таких наборов слов (описаний объектов) основано на использовании правил следующего вида:

CONTEXT(⟨слово1⟩,⟨слово2⟩,. . . ,⟨словоN⟩) → ⟨результ. фрагмент⟩,

где ⟨слово1⟩, . . . — это может быть отдельное слово, признак, а также И–ИЛИ графы. Для этих правил указывается, с какой позиции начинать применение, а также допустимый или недопустимый контекст. Как правило, с упомянутой позицией связываются **характеристические слова**, с поиска которых начинается применение правила. При выделении лиц характеристическими словами являются компоненты ФИО. При выделении адресов — ул., дом, кв. и т. д.

Правила синтактико-семантического анализа выделяют из текста группы слов (по их признакам), описывающих какой-либо объект, и заменяют их на одно слово, с которым связывается соответствующий фрагмент семантической сети, например, представляющий адрес.

Синтактико-семантический анализ предложений с выделением словосочетаний и анализом форм осуществляется на основе правил, которые применяются в определенной последовательности. Вначале выделяются объекты, затем их признаки, словосочетания и, наконец, глагольные формы (см. п. 2.2). По мере применения таких правил строится семантическая сеть — содержательный портрет документа. Например, рассмотрим правило с именем GG~1:

MUSTBE(GG~1,1) STR_OR(ADJ,PRON/2+) CONTEXT(2-,NOUN/GG~1)
P_P(GG~1,3+) WORD_C(1,2/3-) 3-(2,MORF) NOTBE(GG~1,2,LETT).

Это правило осуществляет преобразования:

ПРИЛАГАТЕЛЬНОЕ + СУЩЕСТВИТЕЛЬНОЕ → ⟨комбинация слов⟩ и
 МЕСТОИМЕНИЕ + СУЩЕСТВИТЕЛЬНОЕ → ⟨комбинация слов⟩.

Фрагмент MUSTBE указывает, что применять правило GG~1 нужно с 1-й позиции, т.е. искать слова с признаками ПРИЛАГАТЕЛЬНОЕ (ADJ) и МЕСТОИМЕНИЕ (PRON), так как их меньше, чем СУЩЕСТВИТЕЛЬНЫХ (NOUN).

Фрагмент P_P отделяет левую часть от правой (→), а WORD_C указывает, что слова на 1-й и 2-й позициях должны быть склеены в комбинацию слов, которая в дальнейшем будет рассматриваться как одно слово с морфологическими признаками 2-го слова. Фрагмент NOTBE указывает, что на 2-й позиции не могут быть отдельные буквы (признак LETT). К данному правилу добавляется фрагмент, требующий согласованности слов (по падежам, числам), а также фрагменты, задающие контекстные ограничения.

Это пример наиболее простого правила. Помимо правил выделения объектов в ЛЗ имеются специальные правила, которые осуществляют идентификацию объектов, например с местоимениями или краткими описаниями (по имени восстанавливается фамилия, если они где-нибудь упоминались вместе). И многое другое, что необходимо для работы с ЕЯ.

Каждое контекстное правило — это семантическая сеть (PCC). Все лингвистические знания записываются в виде PCC. Над ними работают продукции языка ДЕКЛ (программа), которые применяют эти правила и играют роль пустой лингвистической оболочки, поддерживающей язык записи лингвистических знаний — PCC. Как показывает опыт, такую оболочку можно настраивать на различные языки, т.е. строить различные лингвистические процессоры, в том числе англоязычные.

2.2 Применение правил

Правила синтактико-семантического анализа применяются в строго определенной последовательности — каждое на своем уровне. Например, при обработке сводок происшествий вначале выделяются информационные объекты — отделения милиции, работники милиции и др. Они могут содержать фамилии, имена, которые не являются лицами (последние представляются фрагментами FIO), далее выделяются статьи Уголовного кодекса и т.д. Это необходимо, чтобы облегчить последующий анализ. Иначе слова, составляющие эти объекты, могут захватываться другими правилами и создавать шумы.

Далее начинается выделение лиц. Для этого вводится множество правил. Одни правила начинают свое применение с поиска имен или фамилий (MUSTBE), другие — с поиска года рождения, третьи — с инициалов. В результате минимизируются потери в случаях, когда блок морфологического анализа не

дает необходимых признаков для каких-либо слов (что это имена или фамилии и т. д.).

Затем анализируются словосочетания, выделяются объекты и, наконец, анализируются глагольные формы. По мере применения таких правил строится СС-документа. Последовательность правил задается с помощью специальных фрагментов. Ниже приведен пример представления уровней, определяющих порядок применения правил.

```
{== Уровни ==}
LEVEL(LEVEL1,LEVEL2,LEVEL3,LEVEL4, ...)
LEVEL1(CATALOG) {= Объединение словосочетаний из каталогов =}
LEVEL2(MIL~1,ST~1) {= Выявление отд. милиции, ст. УК =}
LEVEL3(FF~1,FF~2) {= Выявление лиц =}
LEVEL4(AA~1,AA~2) {= Выявление однородных членов =}
LEVEL4(GG~1,GG~2,...) {= Выявление словосочетаний =}
```

В фигурных скобках даны комментарии. Первый фрагмент LEVEL(...) задает уровни, а последующие — правила каждого уровня. Правила начинают применяться к ПС-документа, представляющего линейную структуру: последовательность слов в нормальной форме с указанием конца каждого предложения. Все это представляется на РСС. Правила анализируют линейную структуру, находят соответствующие группы слов, из которых формируются объекты, при этом объекты как бы замещают эти слова. Линейная структура сохраняется, но видоизменяется. В конце остается линейная структура (на РСС), компонентами которой являются объекты и слова, не вошедшие в объекты (напомним, что события и действия — это тоже объекты). На этой основе формируется СС-документа.

В ЛП имеются правила, которые обеспечивают полный разбор предложений. Но в отличие от типовых грамматик параллельно обеспечивается выделение значимых (информационных) объектов, в том числе таких, в которых слова никак не согласованы между собой, например адресов, машин с указанием их номеров и т. д.

2.3 Выявление объектов без характеристических слов

При наличии в тексте объектов без характеристических слов возникают трудности их выделения. Например, если в тексте встречаются лица с иностранными ФИО. У английских фамилий («Буш», «Блэк», «Барак», ...) нет характерных суффиксов, как в русском языке. Более того, в качестве фамилии может быть любое слово, называющее или определяющее какой-либо предмет внешнего мира. При анализе англоязычных текстов такие фамилии вносят элементы неопределенности — омонимии. В азиатских языках компоненты ФИО — это просто слова с большой буквы («Ден Сяо Пин», «Хун Вай», ...). Задать

перечислением имени или фамилии (в предметном словаре) не представляется возможным. В таких ФИО отсутствуют характеристические слова. Требуются другие методики выделения. Аналогично адреса могут иметь вид — «*Семеновская 2-44*». Сказанное относится и к другим объектам.

Для выделения, как уже говорилось, используется принцип «ожидания» — после одних объектов (или понятий) ожидается наличие других. Реализация соответствующей методики осуществляется с помощью операторов вида:

GO_(⟨Правило1⟩,⟨Правило2⟩, N),

где Правило1 — правило, которое было вызвано. И если оно применилось, то оно вызывает Правило2, применение которого начинается с позиции N.

Рассмотрим пример использования данного оператора при выявлении ФИО. Это осуществляется с помощью двух правил — FA~1 и FF~1:

MUSTBE(FA~1,1) STR_OR(WORK_K,NAT_K/2+) CONTEXT(2-/FA~1)

P_P(FA~1, " ")

GO_(FA~1,FF~1,1)

MUSTBE(FF~1,1) STR_OR(NAME0/3+) CONTEXT(3-,3-,3-/FF~1)

FIO(1,2,3, " "/4+) P_P(FF~1,4-) 4-(FIO,ADD_)

MAYBE(FF~1,3)

STR_OR(VERB,ENG/5+) NOTBE(FF~1,ALL,5-)

Правило FA~1 находит в тексте слова с признаками WORK_K (профессии) и NAT_K (национальность). Напомним, что такие признаки присваиваются словам блоком морфологического анализа на основе предметных словарей [10]. И если слово с таким признаком найдено, то вызывается правило FF~1, которое проверяет, чтобы за найденным словом стояли 3 слова с большой буквы (с признаком NAME0). При этом такие слова не могут быть (NOTBE) глаголами (которые имеют признак VERB) или англоязычными (их признак — ENG), что задается с помощью двух последних фрагментов. Фрагмент MAYBE(FF~1,3) указывает, что третья позиция является факультативной, т.е. третьего слова с большой буквы (ББ) может не быть. И все: одно правило будет применимым. В случае применимости формируется фрагмент FIO(...). У него в качестве первых трех аргументов будут первые три слова, которые удовлетворяют условиям, заданным в фрагменте CONTEXT. Эти три слова заменяются на одно, с которым связывается сформированный фрагмент и к которому добавляется признак FIO, что задается с помощью 4-(FIO,ADD_).

Эти два правила правило осуществляет преобразования:

ПРОФЕССИЯ + 2 или 3 СЛОВА С ББ → ⟨выделенное лицо⟩

НАЦИОНАЛЬНОСТЬ + 2 или 3 СЛОВА С ББ → ⟨выделенное лицо⟩

Например, словосочетание «*инженер Лю Цао Хуань*» будет преобразовано в фрагмент FIO(ЛЮ,ЦАО,ХУАНЬ, " "). При этом слово «*инженер*» останется и будет использовано при последующем анализе. Словосочетание «*президент Барак Абама*» будет преобразовано в фрагмент FIO(БАРАК,АБАМА, " ", " ").

Другой способ выделения ФИО — через глаголы, субъектами которых могут быть только лица. Например, «. . . Барак Обама предложил . . . », где глагол «предложить» помогает выделению лица. Такие глаголы даются перечнем («предложить», «подписать», «согласиться» и т. д.), а выделение лиц реализуется с помощью того же оператора GO_.

2.4 Выявление признаков и связей

Для выявления связей, заданных в неявном виде, используется следующая методика. В правые части синтактико-семантических правил, выявляющие определенного типа объекты, вводятся «временные» фрагменты, представляющие связь этих объектов с пока что неизвестными объектами, которые в дальнейшем ищутся и уточняются с помощью специальных процедур идентификации. Если неизвестный объект найден, то «временной» фрагмент становится постоянным и вводится в структуру СС-документа. Например, для адреса строится фрагмент ИМЕТЬ(??_1,(адрес)) и в дальнейшем с помощью процедур идентификации осуществляется поиск аргумента ??_1, соответствующего лицу или организации. Найденный объект замещает этот аргумент.

Возможен и другой вариант, когда предполагается, что у лица, встретившегося в тексте, должен быть задан адрес. Тогда в правую часть правила, выявляющего лица, вставляется другой фрагмент ИМЕТЬ(⟨лицо⟩, ??_2), где аргумент ??_2 соответствует адресу. В дальнейшем осуществляется его поиск.

Выбор варианта зависит от вероятности наличия связи, что определяется особенностью корпусов анализируемых текстов. Например, в сводках происшествий не для каждого человека может быть задан адрес. И в то же время, если встретился адрес, то он, как правило, относится к какому-либо лицу. И очень редко — к событию. В корпусах текстов области «Резюме», где описываются данные людей для приема на работу, наоборот. Человек, который пишет резюме, должен указать свой адрес, телефон и т. д. Поэтому и ЛЗ (состоящие из правил) для каждой области будут иметь свои особенности.

Рассмотрим одно из таких правил, соотносящих клички к лицам-фигурантам.

```
MUSTBE(FFA~1,2)
STR_OR(NAME0,KBЧ/1+)
CONTEXT(КЛИЧКА,1-/FFA 1) КЛИЧКА(??_1,2/2+) P_P(FFA~1,2-)
GO_(FFA~1,ID_33)
```

Данное правило FFA~1 ищет словосочетания следующего вида:

кличка + (слово с большой буквы (NAME0) или слово в кавычках (KBЧ)).

И если такое словосочетание найдено, то формируется фрагмент КЛИЧКА(??_1,⟨2-е слово⟩), где ??_1 соответствует неизвестному лицу. После этого с помощью оператора GO_(FFA~1,ID_33) вызывается процедура идентификации — ID_33, которая осуществляет поиск лица. В результате формируется законченный фрагмент.

Например, если анализируется текст «... *Иванов Сергей Сергеевич, 1955 г.р. . . . , по кличке “серый” . . .* », то правило FFA~1 делается применимым к последнему словосочетанию. В результате формируется фрагмент КЛИЧКА(??_1,СЕРЫЙ).

После этого с помощью оператора GO_ вызывается процедура ID_33, которая осуществляет поиск лица. Код соответствующего фрагмента подставляется на место ??_1. В результате в СС-документа формируются связанные фрагменты:

ФИО(ИВАНОВ,СЕРГЕЙ,СЕРГЕВИЧ/3+) КЛИЧКА(3-,СЕРЫЙ).

Отметим, что в другом варианте в правила, осуществляющие поиск лиц, могут быть вставлены фрагменты, связывающие лица с пока что неизвестными кличками. Но вероятность такой связи не велика, что делает последующие поиски кличек малорезультативными.

Процедура идентификации неизвестных объектов задается в ЛЗ с помощью специальных **правил идентификации**, каждое из которых содержит фрагмент ID_K, где указывается, какого типа объекты следует искать, в каком направлении и когда заканчивать поиск. Поиск заключается в последовательном переходе по шагам от одного компонента линейной структуры (слова, выделенного словосочетания или объекта) к другой, начиная от того места, где встретился знак неизвестного объекта — ??_N.

Отметим, что правила идентификации могут вызываться на любом уровне анализа текста (см. п. 2.2) (а не только с помощью операторов GO_). Важно, чтобы при вызове правила объекты, которые оно должно искать, были бы уже выявлены.

Фрагмент ID_N имеет следующую структуру:

ID_K(??_N,A3,A1,A2,LEFT),

где ID_K — имя правила (через него осуществляется вызов); ??_N — указывает на неизвестный объект; A1 — задает тип объекта, который нужно искать; LEFT — указывает, что искать объект нужно слева (RIGHT — справа); A2 — ограничивает количество шагов поиска; A3 — задает поисковый режим: заканчивать (или нет) поиск, если встретился символ конца (или начала) предложения.

Поиск начинается от того места линейной структуры, где встретился знак неизвестного объекта — ??_N. И заканчивается, если найден нужный объект или выполнены условия окончания. Это может быть: допустимое количество шагов, наличие символа начала предложения, а также специальные условия. Для их представления к основному фрагменту ID_K добавляются фрагменты, которые задают недопустимые слова:

STR_OR((перечень недопустимых слов и признаков)/2+) NOTBE(ID_32, “”, 2-)

Если в процессе движения по линейной структуре встретилось слово, входящее в перечень, или компонента (слово, словосочетание, объект), имеющее признак из перечня, то движение заканчивается. Поиск считается нерезультативным.

Рассмотрим пример поиска неизвестных лиц, отмеченных символом ??_1.

STR_OR(LR,SENT/24+) {= Допускается переход по словам
и по предложениям =}

STR_OR(FIO/27+) {= Определяет идентификацию ??_1 — с лицами =}

STR_OR(ЗАДЕРЖАТЬ,НАНЕСТИ,POINT_1/2+) {= Что не допустимо
при переходах =}

ID_33(??_1,24-,27-,20,LEFT) NOTBE(ID_33," ??,2-)

Данное правило определяет движение влево (LEFT) по линейной структуре от того места, где находится знак ??_1, с поиском фрагмента FIO(...), представляющего лицо. Число шагов поиска — не более 20. При этом допускается переход по словам (LR), а также от одного предложения к другому (SENT), т. е. поиск не заканчивается, если встретился символ начала предложения (или конца предыдущего). Но поиск заканчивается, если встретились глаголы «задержать», «нанести» или слово (знакосочетание) с признаком POINT_1 — это пункты с красной строки при перечислениях типа 1., 2.,. . .

Аналогичная методика используется при формировании новых признаков объектов. Рассмотрим пример:

MUSTBE(PROP~2,2)

STR_OR(БЕЗРАБОТНЫЙ,НАРКОМАН,ПРЕСТУПНИК/1+)

CONTEXT(1-/PROP~2) 1(??_1/2+) P_P(PROP~2,2-)

GO_(PROP~2,ID_33) {== Уточняется ??_1 (чье свойство) ==}

Правило PROP~2 ищет слова «безработный», «наркоман», «преступник» (их может быть больше). И если, к примеру, найдено слово «безработный», то на основе 1(??_1/2+) формируется фрагмент типа БЕЗРАБОТНЫЙ(??_1). Далее вызывается (GO_) правило идентификации ID_33, которое ищет лицо, к которому относится данное свойство. Конечно, правила выявления лиц должны быть вызваны раньше, чем PROP~2.

2.5 Уточнение неопределенных компонент

Достаточно часто при анализе текста, выявлении объектов и формировании соответствующих фрагментов некоторые компоненты могут оставаться неизвестными, например, если они описаны где-то в другом месте. Так, в текстах резюме год рождения может находиться на значительном расстоянии от лица. В сводках происшествий имеет место тот же случай. Например, «. . . Иванов Иван, сотрудник ООО «Алмаз», . . . , 1966 г.р., . . . ». Тогда формируется фрагмент с неизвестным компонентом FIO(ИВАНОВ,ИВАН," ",??_2), где аргумент ??_2 в дальнейшем уточняется с помощью соответствующего правила идентификации.

Рассмотрим пример:

```
MUSTBE(FF~3,3)
CONTEXT(FAM,NAME,NAME_1/FF~3)
FIO(1,2,3,??_2/3+) P_P(FF~3,3-) 3-(FIO,ADD_) .
```

С помощью данного правила FF~3 осуществляется поиск трех слов, где первое имеет признак фамилия (FAM), второе — имя (NAME), а третье — отчество (NAME_1). Это задается фрагментом CONTEXT(.../FF~3). Если поиск оказался результативным, то в рамках линейной структуры формируется фрагмент, который замещает эти слова:

```
FIO(<1-е слово>,<2-е слово>,<3-е слово>,??_2).
```

Далее на одном из уровней (когда уже сработали правила выделения года рождения) вызывается правило идентификации ID_4, которое имеет вид:

```
STR_OR(LR,SENT/25+)
STR_OR("гг.рожд."/26+) {== С чем идентифицируется ??_2 ==}
ID_4(??_2,25-,26-,8,RIGHT) {= Ищет вправо от фрагмента с ??_2 =}
```

За счет перемещения вправо (RIGHT) осуществляется поиск объекта — года рождения — при ограничении не более, чем 8 шагов. Этого достаточно, учитывая, что многие объекты уже найдены (описывающие их слова заменены на одно слово) и перемещение по каждому из них — это один шаг.

Заключение

В данной статье рассмотрены результаты работ, выполненных в рамках проекта «Лингво-ИИ» в течение 2010 г. Рассмотрены семантические методики (и средства их реализации) по извлечению некоторых видов имплицитной информации из ЕЯ.

В связи с высокой сложностью конструкций ЕЯ, с которыми имеет дело ЛП, создание средств выявления имплицитной информации представляет собой важную научную и практическую задачу бурно развивающейся области «автоматическое извлечение знаний из текстов ЕЯ». Практическая ценность выполненных работ определяется возрастающей потребностью автоматической формализации быстро растущих потоков документов на ЕЯ, особенно в среде всемирной сети Интернет.

Литература

1. *Kuznetsov I., Kozerenko E.* The system for extracting semantic information from natural language texts // Conference (International) on Machine Learning, MLMTA-03, Proceeding. — Las Vegas, USA, 2003. P. 75–80.
2. *Кузнецов И. П.* Семантико-ориентированная система обработки неформализованной информации с выдачей результатов на естественном языке // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2006. Вып. 16. С. 235–253.

3. *Кузнецов И. П., Мацкевич А. Г.* Семантико-ориентированные системы на основе баз знаний (монография). — М.: МТУСИ, 2007. 173 с.
4. *Kuznetsov I. P., Kozerenko E. B.* Linguistic processor “Semantix” for knowledge extraction from natural texts in Russian and English // Conference (International) on Machine Learning, ISAT-2008, Proceedings. — Las Vegas, USA: CSREA Press, 2008. P. 835–841.
5. *Падучева Е. В.* Высказывание и ее соотношенность с действительностью. — М.: Наука, 1985.
6. *Пирогова Ю. К.* ИмPLICITная информация как средство коммуникативного воздействия и манипулирования // Проблемы прикладной лингвистики. — М., 2001. С. 209–227.
7. *Кондрашова Д. С.* К проблеме классификации типов имPLICITной информации // Мат-лы VIII Междунар. конф. “Cognitive Modelling in Linguistics”. — Варна, 2005. Т. 1. С. 245–252.
8. *Clark P., Harrison P., Thompson J.* A knowledge-driven approach to text meaning processing // HLT-NAACL 2007 Workshop (International) on Text Meaning, 2007. P. 1–6.
9. *Banko M., Cafarella M, Soderland S., Broadhead M., Etzioni O.* Open information extraction from the Web // 20th Joint Conference (International) on Artificial Intelligence (IJCAI-07) Proceedings, 2007. P. 2670–2676.
10. *Кузнецов И. П., Сомин Н. В.* Средства настройки семантико-ориентированной системы на выделение и поиск объектов // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2008. Вып. 18. С. 119–143.

ПОДХОДЫ К ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧЕСКОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*О. С. Кожунова*¹

Аннотация: Исследованы современные методы и подходы к семантическому моделированию, в частности, в публикациях таких известных специалистов в области семантики и моделирования естественно-языковых явлений, как Н. Н. Леонтьева, Е. В. Падучева, Ю. Д. Апресян, R. Jackendoff, J. Sowa и др. Рассмотрены существующие лингвистические ресурсы, учитывающие особенности семантики различных языковых явлений и интегрированные в информационные системы. Приведены дополнения и предложения по расширению известных лексико-семантических методов подходами искусственного интеллекта (особенно в аспекте представления знаний и их извлечения из текстов) и средствами ДСМ (Джона Стюарта Милля) метода автоматического порождения гипотез.

Ключевые слова: лексико-семантическое моделирование; лингвистические ресурсы информационных систем; ДСМ-метод

1 Введение

Начиная с конца XX в., для решения задач в различных предметных областях все чаще привлекаются компьютерная лингвистика и ее приложения. Модели функционирования языка и его взаимодействия с реалиями человеческой деятельности становятся востребованными в самых разнообразных ситуациях и проблемных сферах. Методы компьютерной лингвистики используются, в первую очередь, для представления знаний, а также для их формализации и приведения в наиболее удобную форму для компьютерной обработки.

Сегодня практически любая крупная информационная система снабжена специальным лингвистическим обеспечением, значение которого повышается при смысловой обработке текстовых ресурсов. Среди широко известных примеров такого обеспечения — WordNet, EuroWordNet, Ontolingua, словарь РусЛан, Penn Treebank, Yacc, Lex и т. д.

Эти примеры систем обработки текстовых ресурсов, в основном, ориентированы на лексико-семантический ракурс моделирования языковых реалий и передачу соответствующих связей и отношений на уровне языковых и межъязыковых объектов. Таким образом, разработка методов и моделей, ориентированных на

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, kozhunovka@mail.ru

создание лингвистического обеспечения и проблемно-ориентированных лингвистических ресурсов информационных систем в разрезе лексико-семантической перспективы оказывается актуальной.

В работе исследованы современные методы и подходы к семантическому моделированию, в частности, в публикациях таких известных специалистов в области семантики и моделирования естественно-языковых явлений, как Н. Н. Леонтьева, Е. В. Падучева, Ю. Д. Апресян, R. Jackendoff, J. Sowa и др. Рассмотрены существующие лингвистические ресурсы, учитывающие особенности семантики различных языковых явлений и интегрированные в информационные системы (см. вышеперечисленные примеры таких ресурсов).

Тем самым, акцент исследования смещен в сторону лексико-семантических методов и способов их реализации в современных информационных системах. Под лексико-семантическими методами в работе понимается комплекс теоретических положений, направленных на анализ и извлечение смысла и основных семантических компонентов лексических единиц из текстов на естественном языке на лексико-фразеологическом уровне. Соответственно, создаваемые при помощи таких методов проблемно-ориентированные лингвистические ресурсы призваны, в первую очередь, разрешать проблемы определенных предметных областей, в частности формирование согласованных терминосистем, анализ и построение межлексемных связей, моделирование семантических отношений на лексико-фразеологическом уровне, проведение классификации и типологии терминов и понятий области с их последующей формализацией, проблему частной референции терминов, согласование различных пониманий смысла терминов среди экспертов, проведение семантического компонентного анализа и т. д.

После обзора и анализа существующих подходов и ресурсов вышеупомянутых типов приводятся дополнения и предложения автора по расширению известных лексико-семантических методов подходами искусственного интеллекта (особенно в аспекте представления знаний и их извлечения из текстов) и средствами ДСМ-метода автоматического порождения гипотез, а также описываются возможные области применения.

2 Лексико-семантические методы

Лексико-семантические методы используются в разных задачах. Например, по мнению Н. Н. Леонтьевой, практически любая автоматическая интерпретация текста требует привлечения словарей, которые соотносили бы единицы текста как символичные объекты со смысловыми эквивалентами [1, 2]. В число словарей, способных выполнять такую функцию, входит машинный семантический словарь РУСЛАН (РУССКИЙ СЛОВАРЬ для АНАЛИЗА). Словарь возник в середине 1990-х гг. в Центре информационных исследований Института США и Канады РАН как часть экспериментальной системы ПОЛИТЕКСТ, предназначавшейся, главным образом, для автоматического анализа докумен-

тов общественно-политической тематики (тогда словарь назывался РОСС — Русский ОбщеСемантический Словарь) [3]. Затем в конце прошлого века разработки словаря продолжались уже в МГУ под новым именем — РУСЛАН [4]. РУСЛАН, имеющий формализованную структуру, содержит определенную семантическую, грамматическую, тезаурусную, энциклопедическую информацию о слове-заголовке, отражает его валентностную¹) структуру, задает лексическую сочетаемость (сочетаемость слов), место в словообразовательном гнезде, гипотетическую информационную значимость в тексте, отраслевую принадлежность. В словаре также приводятся английские переводы слова и примеры его употребления в тексте [4].

Семантическая информация в РУСЛАНе кодируется специальными дескрипторами, указывающими на семантический класс слова. Всего используется около 120 дескрипторов, разделенных на два множества. Первое множество предназначено для описания семантических характеристик (СХ) типа АРТЕФАКТ, ВЕЩЕСТВО, СИТУАЦИЯ, ИНФОРМАЦИЯ и др. (например, СХ («электричество») = ЯВЛЕНИЕ & ЭНЕРГИЯ). Другое множество содержит описания бинарных смысловых отношений (СО) типа ЧАСТЬ (А, В), ФОРМА (А, В), ПРИНАДЛЕЖИТ (А, В) и т. п. Дескрипторы могут составлять логические формы — конъюнкции и, реже, дизъюнкции. Конъюнкции обычно соединяют родовое и конкретное в лексическом значении; в определенной мере с их помощью моделируется компонентная семантическая структура слова [2, 4]. Словарь функционирует как база данных, ввод в которую осуществляется с помощью системы шаблонов, минимизирующих ошибки ручного набора слов [4].

Еще один подход к лексико-семантическому моделированию языковых процессов реализован в системе «Лексикограф» [5]. «Лексикограф» — это семантический словарь, представленный в виде базы данных. Традиционные словари указывают для слова список отдельных значений. Современная семантика тоже работает, в основном, с отдельными значениями, пренебрегая семантическим единством слова [6, 7]. Возникает задача воссоздать это единство. Исходя из этого, система «Лексикограф» ставит перед собой две связанные между собой задачи [8]:

- представить каждое данное значение слова так, чтобы получили объяснение особенности языкового поведения слова в данном его значении;
- показать, как значения слова связаны друг с другом, т. е. построить **иерархию** значений слова или даже **парадигму** значений, общую для определенного класса слов.

Это соответствует исходной установке на формализацию представления значения. Параметры и смысловые компоненты — это основные инструменты

¹Валентность — способность слова сочетаться в тексте с другой языковой единицей, прежде всего с другим словом.

формализации. Система «Лексикограф» имеет экспериментальную направленность и не претендует на полноту. Система предлагает **форматы** представления основных типов значений слов, и пользователь может, имея базу в своем распоряжении, пополнять ее новыми словами, опираясь на имеющиеся форматы как образцы. Рабочая версия системы посвящена русскому глаголу [8].

Одним из главных идеологов системы является Е. В. Падучева [5–7], которая полагает, что одной из актуальных задач семантики является восстановление единства слова. Современные методы исследования требуют разделения слова на отдельные лексемы и постулирования многозначности, которой говорящие иногда даже не осознают. Для преодоления проблемы многозначности Е. В. Падучева и ее коллеги, в основном, ориентируются на подход Куриловича [9], который связан с понятием деривации¹ и описанием производных значений через исходное.

Поскольку в текущей версии «Лексикографа» акцент смещен именно на реализацию семантических особенностей русского глагола, то и в ассоциированных исследованиях идеологи этой системы рассматривают продуктивные деривационные процессы в глагольной лексике [7]. Как правило, деривационные процессы отражаются в падежной рамке глагола, так что главным инструментом анализа будет падежная рамка (сочетаемость с другими фразовыми структурами), т. е. «семантические роли (актанты)».

Семантические роли могут быть использованы для разных целей [5]. Падучева в своих исследованиях опирается на то, что семантические роли, с одной стороны, дают возможность эксплицировать те инвариантные компоненты в семантике слова, которые сохраняются при лексической деривации, а с другой — выявить те коммуникативные сдвиги, сопровождающие диатетические преобразования (преобразования диатезы²), которые ранее не поддавались идентификации [5, 7].

Семантическая роль характеризует актанта глагола на денотативном уровне, т. е. с точки зрения участия соответствующего объекта в обозначаемой глаголом ситуации. Между тем в семантике падежа, не только поверхностного, но и глубинного, сочетается информация разных уровней и планов.

В системе «Лексикограф» сделана попытка фиксировать собственно ролевую характеристику актанта, отделив ее от таксономической, с одной стороны, и от коммуникативной — с другой. Роль — это, например, Агент, Инструмент, Адресат, Место. Таксономическая характеристика актанта — это, например, «лицо», «одушевленное существо», «материальный предмет», «вещество», «событие».

¹Деривация — образование новых слов (дериватов) от однокорневых слов и возникшее в результате этого формально-семантическое соотношение между дериватом и его производящим словом. Например: *профессор* → *профессорский*, *работа* → *работник*.

²Диатеза (от *греч.* diathesis — расположение) — синтаксическая категория предиката, отражающая определенное соответствие между участниками обозначаемой предикатом ситуации («семантическими актантами»), выполняющими те или иные семантические роли и именными членами предложения, заполняющими валентности данного предиката, — «синтаксическими актантами», синтаксические роли которых выражены морфологическими или синтаксическими средствами.

Коммуникативная характеристика актанта — это его место в перспективе. В системе различаются: Субъект и Объект — актанты, входящие в перспективу; помета Периф(ерия) означает, что актант не входит в перспективу; и помета НВРЗ означает, что актант синтаксически не выразим при данном глаголе, например актант Наблюдатель при глаголе *показаться*: *показаться* можно только в поле зрения какого-то наблюдателя, но в нормальном контексте — например, во фразе *На дороге показался всадник* — наблюдатель не может быть выражен с помощью именной группы, подчиненной глаголу [5–7].

Согласно Ю. Д. Апресяну [10], для многих современных лингвистических школ характерно понимание семантики как особого компонента полного описания языка, которое, в свою очередь, мыслится как формальное устройство, моделирующее языковое поведение людей. Апресян является ведущим специалистом в области лексической семантики и признанным лидером Московской семантической школы. Поэтому, когда он в своих работах сообщает нам, что лексико-семантическое моделирование является лишь моделированием знания языка, а не знания действительности, это следует воспринимать как одно из базовых положений современной семантики и учитывать при реализации каких-либо приложений компьютерной лингвистики.

Еще одно существенное положение (на которое ссылается Апресян в своих работах), которое, по сути, является основным семантическим законом, регулирующим правильное понимание текстов слушающим, формулируется следующим образом: выбирается такое осмысление данного предложения, при котором повторяемость семантических элементов достигает максимума. Этот закон представляет собой строгую формулировку старого принципа, в силу которого нужное значение многозначного слова очевидно из контекста; иногда он называется правилом семантического согласования [11, 12].

Кроме того, из всего многообразия принципов и подходов, открытых Апресяном, упомянем также его исследования проблематики синтаксической семантики, связанной с получившей в 1960-х гг. известность трансформационной грамматикой. К этому же периоду относится кратковременное сотрудничество Ю. Д. Апресяна с С. К. Шаумяном, начинавшим разрабатывать свою модель «аппликативной грамматики» [13, 14]. Итогом этого периода стала попытка Апресяна построить детальную классификацию русских глаголов исходя из типов вариативности их моделей управления.

Теоретические исследования Апресяна получили свое практическое применение в начале 1970-х гг., когда в результате интенсивного сотрудничества Ю. Д. Апресяна с создателями теории «Смысл \Leftrightarrow Текст» И. А. Мельчуком и А. К. Жолковским он активно участвует в работе по составлению одного из главных компонентов теории — «Толково-комбинаторного словаря». Он становится словарем нового типа, поскольку отражает, прежде всего, нетривиальную сочетаемость лексем. Семантика слов в этом словаре описывается в виде раз-

вернутых формализованных толкований, использующих ограниченный набор единиц. Семантически более сложные элементы толкуются через более простые, пока не доходит до использования неразложимых далее элементов, так называемых «семантических примитивов». Эта программа комплексного семантического описания лексики имела ряд общих черт с концепцией польской семантической школы А. Богуславского и А. Вежбицкой, с представителями которой в тот период происходил интенсивный обмен идеями [15]. Одним из базовых положений обеих школ было соображение о том, что значение языковых единиц соотносится не непосредственно с окружающей действительностью, а с представлениями носителя языка об этой действительности. Системы этих представлений культурно специфичны и образуют так называемую «наивную картину мира», которая может сильно отличаться от «научной» картины мира, являющейся универсальной. Таким образом, своей задачей на данном этапе исследований Апресян и его коллеги считали задачу семантического анализа лексики с целью обнаружения наивной картины мира и описания ее основных категорий.

Проведенная работа по составлению толково-комбинаторного словаря позволила Апресяну сформулировать основные, плохо исследованные на тот момент проблемы лексической семантики, в частности: способы представления лексического значения, описание антонимии и синонимии естественного языка, отражение структуры значений многозначного слова в толковании и др. [16].

В книге Апресяна 1980 г. впервые подробно обсуждается высказанная ранее идея «интегрального описания языка», при котором словарь и грамматика образуют тесное единство и «настроены» друг на друга [17]. Поэтому грамматические правила формулируются с учетом ограничений, которые накладывают на них словарные свойства единиц или классов единиц, а в словарном описании указываются те типы грамматических правил, в которых данное слово может участвовать.

Закономерным продолжением теоретических исследований Апресяна в области лексической семантики, начиная с 1990-х гг., становятся словари, например «Новый объяснительный словарь синонимов», и разработка лингвистического обеспечения системы ЭТАП [18, 19].

Наряду с практической лексикографией Апресян продолжает разрабатывать теоретические основы семантики. Одной из наиболее интересных недавних его идей стала идея существования элементов семантического метаязыка, которые Апресян предложил называть «кварками» (термин современной физики) [20]. Под кварками понимаются регулярные смыслы, важные для описания наивной картины мира данного языка, но никогда не «вербализуемые» в этом языке (т. е. не находящие конкретных словесных реализаций в языке): для их выражения не существует языковых единиц, они лишь входят в состав семантики многих слов языка. Примером кварка является смысл 'стативность', присутствующий в толковании большого числа русских глаголов, важный для описания русской

аспектуальной системы, но не имеющий в русском языке формальных средств выражения.

Из зарубежных специалистов в области лексической семантики, когнитивной лингвистики и генеративной лингвистики рассмотрим подходы Р. Джэкендоффа (R. Jackendoff) и Дж. Совы (J. Sowa). Причем последний, не являясь лингвистом, а будучи специалистом в области информатики и IT-технологий, внес существенный вклад в область представления знаний и извлечения знаний из естественно-языковых структур, апеллируя к формальным подходам.

Что касается вклада Джэкендоффа, он имеет отношение к последним достижениям современной лингвистики. Он построил теорию семантических форм представления в языке, теорию концептуальной семантики и подход к единому, генеративному представлению смысла в языке, одинаково оперирующему его синтаксическими, семантическими и фонологическими составляющими [21–23].

Теория концептуальной семантики Джэкендоффа была разработана до уровня современной теории оснований языка [22–24]. Основной целью предложенной теории является характеристика концептуальных элементов (например, слова и предложения) и построение, тем самым, пояснительной семантической репрезентации для проведения семантического анализа языковых единиц [21]. В качестве основного постулата теории Джэкендофф предлагает исходить из того, что смысл в естественном языке представляет информационную структуру, которая закодирована людьми на ментальном уровне. Этот постулат позволяет не только существенно расширить границы языковых представлений и извлечения смысла в языке, но и применить теорию концептуальной семантики в областях, изучающих вопросы концептуализации более высокого порядка (логика, психология, бихевиористика и т. п.). Применительно к задачам лингвистики и формализации ее представлений и процессов данная теория позволила дать систематизированные описания языковых высказываний не только в терминах фонологических и синтаксических структур, но и в терминах независимых репрезентаций языка, которые сегодня называют семантическими или концептуальными структурами [21, 22]. Этот уровень несет в себе информацию о семантических свойствах, как-то: инференция¹, пресуппозиция², сходство и различие значения и смысла и т. д. Согласно Джэкендоффу, нет надобности в интерпретации концептуальной

¹Инференция — широкий класс когнитивных операций, в ходе которых и слушающим, и интерпретаторам дискурса (лишенным непосредственного доступа к процессам порождения речи в голове говорящего) приходится додумывать за него (говорящего). Дискурс — связанный текст в совокупности с экстралингвистическими, т. е. прагматическими, социокультурными, психологическими и другими аспектами.

²Пресуппозиция — такой смысловой компонент высказывания, истинность которого необходима, чтобы данное высказывание:

- не было семантически аномальным (синтагматическая пресуппозиция);
- было уместным в данном контексте (прагматическая пресуппозиция).

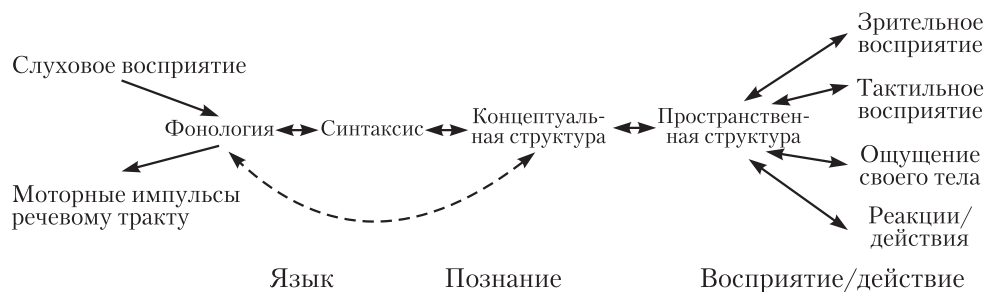


Рис. 1 Архитектура мышления (согласно Джэкендоффу [23])

структуры структурой другого уровня, поскольку выражения, соответствующие уровню концептуальной структуры, уже являются интерпретациями высказываний. То есть вопрос лишь в выборе средств формализации и представления таких структур. Например, если сущность *S* из реального мира не представлена в сознании человека *X* (нет отображения на ментальном уровне), то для *X* либо *S* не существует, либо *S* недоступна для *X*. Таким образом, без ментальной репрезентации *S* человек *X* не может к ней обратиться как к высказыванию, некой структуре языка. Поэтому одним из способов разрешения неоднозначностей или смысловых лакун является выстраивание ментальных связей с внешними структурами, в которых уже есть необходимое для формализации сущности *S* представление [23, 24].

Таким образом, Джэкендофф полагает, что концептуальная семантика, как и лингвистика в целом (подмножеством которой она является), не существует автономно, но тесно связана со всеми теми сферами восприятия человека, которые позволяют ему осмысливать окружающий мир и участвовать в различных видах деятельности (рис. 1). То есть физиология, психология, бихевиористика, лингвистика и прочие научные дисциплины составляют единое целое, когда речь идет об изучении, например, человеческой речи, формализации языковых описаний, членении смысла высказывания и т. д. Эта идея во многом близка к идеям Апресяна и Вежбицкой, рассмотренным в данной статье ранее. Кроме того, такое восприятие семантического моделирования речи, высказываний выводит нас на более высокий уровень абстракции при попытке исследования лексико-семантических связей и концептов в естественном языке. Это происходит по той причине, что контекстом и семантическими примитивами оказываются уже не только слова, фразы и даже крупные фрагменты текста, окружающие анализируемое высказывание/текст, а также и ситуация, в которой происходит данное высказывание/текст, его жанр, интонации, количество участников, различные характеристики участников коммуникативного акта, экстралингвистические аспекты восприятия ими данного высказывания/текста и

многое другое. Такой подход при его формализации и применении в задачах лексико-семантического моделирования, анализа текста, машинного перевода, сопоставления различных текстов и других приложениях позволит значительно повысить качество вышеперечисленных операций с естественно-языковыми структурами.

Формализация различных языковых процессов и единиц является обратной стороной проблем лексико-семантического моделирования в языке. Такой глубокий уровень анализа языка требует адекватных формальных аппаратов для полноты и точности передачи всех связей и отношений между языковыми концептами. Одним из признанных специалистов в области представления и извлечения языковых знаний, моделирования семантических отношений, а также построения Semantic Web¹ и языковых онтологий является Дж. Сова [25]. Кроме того, Сова разработал новые методы применения логики и онтологических подходов в системах понимания языка и сопутствующих логических рассуждений [26–28]. Язык описания концептуальных графов, который он построил, был принят как один из основных диалектов стандарта ISO/IEC [29].

Концептуальные графы — это аппарат логики, основанный на экзистенциальных графах² Чарльза Пирса [30] и семантических сетях из области искусственного интеллекта. Такие графы позволяют выражать значение и смысл высказывания в форме, которая логически точна, удобна с точки зрения восприятия и легко трактуется компьютерными приложениями. Концептуальные графы являются отображениями в структуры естественного языка и служат метаязыком для трансляции компьютерно-ориентированных формализмов с и на естественные языки. Графы нашли применение в различных проектах, связанных с информационным поиском, проектированием баз данных и обработкой естественного языка. Ниже приведены примеры формализации естественно-языковых высказываний посредством концептуальных графов Сова (рис. 2 и 3):

На языке KIF (Knowledge Interchange Format — формат обмена знаниями), автором которого также является Дж. Сова, высказывание, изображенное в виде концептуального графа на рис. 2, выглядит следующим образом:

$$(\text{forall}((?x\text{Cat}))(\text{exists}((?y\text{Mat}))(\text{On}?x?y)))$$

Такая форма представления естественно-языковых структур также является чрезвычайно удобной при ее использовании и разборе компьютерными приложениями.

На рис. 3 изображен концептуальный граф с четырьмя концептами: [Go], [Person: John], [City: Boston] и [Bus]. Граф располагает тремя концептуальными

¹Semantic Web — расширение World Wide Web (www), которое позволяет оперировать контентом вебсайтов без ограничений, накладываемых различными приложениями и вебсайтами.

²Экзистенциальные графы — графы, в которых выполняемы операции конъюнкции, логического отрицания и кванторы (существования, всеобщности).

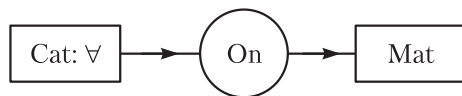


Рис. 2 Концептуальный граф, построенный для предложения “Every cat is on a mat”

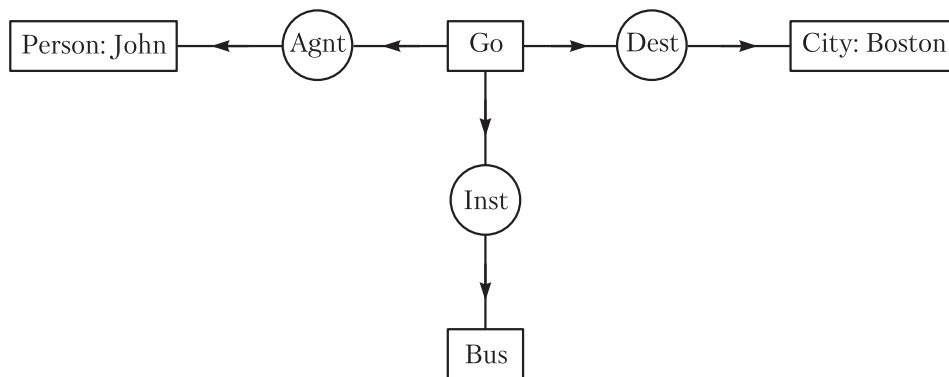


Рис. 3 Концептуальный граф, построенный для предложения “John is going to Boston by bus”

отношениями: (Agnt) соотносит [Go] с действующим лицом John, (Dest) соотносит [Go] с пунктом назначения Boston, а (Inst), в свою очередь, соотносит [Go] с инструментом передвижения bus. На языке KIF данное высказывание можно записать так:

$$\begin{aligned} &(\text{exists}((?x\text{Go})(?y\text{Person})(?z\text{City})(?w\text{Bus})) \\ &(\text{and}(\text{Name}?y\text{John})(\text{Name}?z\text{Boston})(\text{Agnt}?x?y)(\text{Dest}?x?z)(\text{Inst}?x?w)))) \end{aligned}$$

3 Лингвистические ресурсы

Одним из наиболее распространенных типов таких ресурсов являются автоматизированные словари, построенные по модели WordNet [31–33]. Словари типа WordNet объединяют в себе черты справочной системы и инструмента для проведения лингвистических исследований.

В частности, при проведении информационного поиска wordnet-словари удобно использовать для расширения запроса пользователя за счет парадигматически и синтагматически связанных слов, например компонентов синсета (множества синонимов, объединенных в набор) вместе с его гипонимами и со-гипонимами или связей типа «глагол–актант», которые дают возможность осу-

ществовать контекстный поиск. Данные о синтагматических отношениях слов позволяют применять wordnet-словари для решения задачи снятия неоднозначности смысла слова. Wordnet можно использовать для вычисления смысловой близости текстов на основе гиперонимических отношений. Wordnet-словари могут служить лексиконом для формальных грамматик. Формат wordnet является удобным формализмом для представления состава и структуры лексики специальных подязыков (например, медицинских, экономических терминов). Wordnet-словари являются удобным инструментом для проведения исследований в области лексической семантики, например гипонимические отношения в wordnet-словарях позволяют определять направление метонимических переносов и прогнозировать появление новых лексико-семантических вариантов [34].

Проект по разработке словаря Princeton WordNet (PWN) английского языка в Принстонском университете (США) стартовал в первой половине 1980-х гг. и продолжается сегодня. Сейчас уже доступна версия 2.0. WordNet. Существующая версия охватывает более 120 тыс. слов общепотребительной лексики современного английского языка [35].

За период с марта 1996 по сентябрь 1999 гг. при финансировании Европейской комиссии был создан многоязычный вариант WordNet — EuroWordNet [36], что стало новым этапом в эволюции wordnet-словарей. В рамках европейского проекта было создано не только несколько тезаурусов для европейских языков (голландского, испанского, итальянского, немецкого, французского, чешского и эстонского), но и впервые была реализована идея об объединении отдельных wordnet-представлений в общую систему. Все компоненты EuroWordNet были построены по единой модели, что, однако, не предполагало прямого перевода английского варианта WordNet 1.5., перед разработчиками стояла задача — отразить все особенности лексических систем национальных языков. Совместимость компонентов EuroWordNet была обеспечена единством принципов и заданным набором общих понятий (Basic Concepts), на основе которых определялась система межязыковых отсылок (Inter-Lingual-Index), дающих возможность переходить от лексикализованных значений одного языка к сходным, но не обязательно тождественным значениям в другом языке. Данный индекс позволяет использовать EuroWordNet не только для информационного поиска в рамках одного языка, но и для многоязычного поиска (рис. 4).

В рамках проекта EuroWordNet первоначальная структура словаря претерпела серьезные изменения. Был расширен набор семантических отношений за счет парадигматических отношений, связывающих слова разных частей речи (например, XPOS_NEAR_SYNONYMY: dead — death; XPOS_HYPERONYMY: to love — emotion; XPOS_ANTONYMY: to live — dead) и синтагматических отношений между глаголами и актантами-существительными (например, ROLE_INSTRUMENT: to write — pencil). Был сформирован новый подход к построению wordnet-словарей: с опорой на использование лексикографических

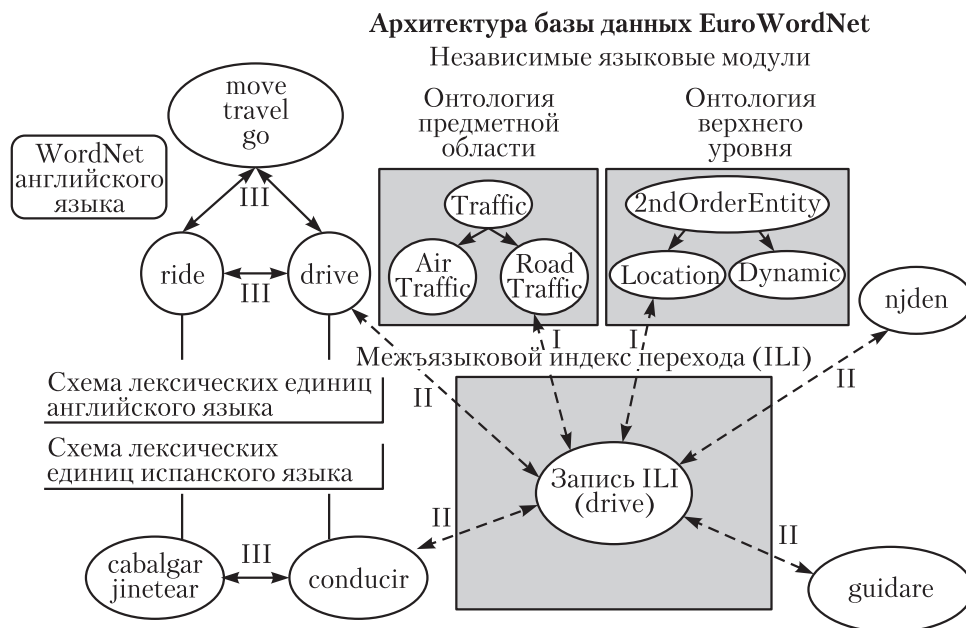


Рис. 4 Фрагмент архитектуры базы данных EuroWordNet для английского и испанского языков

источников (толковых, переводных и синонимических словарей) и результатов обработки корпусов современных текстов.

Успешное завершение проекта EuroWordNet послужило толчком к созданию большого числа wordnet-представлений для языков разных типов (например, венгерского, турецкого, арабского, тамильского, китайского и пр.), а также многоязычных ресурсов типа EuroWordNet (например, проект BalkaNet нацелен на объединение греческого, румынского, болгарского, сербского, турецкого и чешского wordnet-словарей). В 2001 г. была создана Всемирная Ассоциация WordNet (Global WordNet Association), целью которой является объединение уже существующих и только развивающихся национальных ресурсов этого типа, усовершенствование системы межъязыковых индексов и разработка общих стандартов, позволяющих использовать модель WordNet для языков разных типов [37].

С 1999 г. на кафедре математической лингвистики СПбГУ исследовательская группа под руководством И. В. Азаровой (Азарова И. В., Митрофанова О. А., Синопальникова А. А. и др.) ведет работы по проекту RussNet — созданию русской версии компьютерного словаря типа WordNet [38]. В задачи проекта входит построение лексико-семантического ресурса для отражения организации

лексической системы русского языка в целом, для представления ядра его общеупотребительной лексики и фиксации семантических, семантико-грамматических и семантико-деривационных отношений русского языка. Кроме того, в настоящее время в Петербургском университете путей сообщения разрабатывается проект русской версии WordNet под руководством С. А. Яблонского и А. М. Сухоногова [35].

Другим типом востребованных лингвистических ресурсов являются так называемые «банки деревьев разбора». В них хранятся размеченные корпуса текстов, которые были подвергнуты синтаксическому и поверхностному семантическому анализу и для которых построены деревья такого разбора. Такие «банки» могут использоваться как для исследований речи, языка, социальных явлений и многого другого, так и в качестве компонент лингвистического обеспечения, интегрированного в информационные системы.

Одним из широко известных ресурсов-банков деревьев является The Penn Treebank [39]. Его разрабатывает коллектив из лаборатории LINC факультета Компьютерной и информационной науки Университета Пенсильвании, США. В рамках этого проекта происходит разметка естественного текста в соответствии с его языковыми структурами. Кроме того, тексты подвергаются синтаксическому и поверхностному семантическому анализу, в результате чего строятся деревья и формируется банк деревьев разметки. Текст также аннотируется частями речи и отображает классификацию и обозначение речевых отклонений при разметке устной речи. Ниже приведен пример разметки одного и того же фрагмента записи устной речи, который аннотирован с использованием разных средств (пример 1) [40].

Пример 1

Оригинал размеченного фрагмента:

- Okay.
- Okay.
- Well, what do you think of the idea of kids having to do public service work for a year? Do you think it's a . . .

Фрагмент, размеченный с учетом речевых отклонений (запинки, оговорки, заикания, и т. п.):

B.1: Okay. /
 A.2: Okay. /
 B.3: {D Well } what do you think about the idea of, {F uh, }
 kids having to do public service work for a year?
 / Do you think it's a , -/

Фрагмент, размеченный по частям речи:

SpeakerB1/SYM ./.
Okay/UH ./.

SpeakerA2/SYM ./.
Okay/UH ./.

SpeakerB3/SYM ./.
Well/UH what/WP do/VBP you/PRP think/VB about/IN
the/DT idea/NN of/IN ,/, uh/UH ,/, kids/NNS having/VBG
to/TO do/VB public/JJ service/NN work/NN for/IN a/DT
year/NN ?/.
Do/VBP you/PRP think/VBP it/PRP 's/BES a/DT ,/,

Фрагмент, размеченный с отображением синтаксических структур (при помощи скобок):

```
( (CODE SpeakerB1 .))
( (INTJ Okay
  .
  E_S))
( (CODE SpeakerA2 .))
( (INTJ Okay
  .
  E_S))
( (CODE SpeakerB3 .))
( (SBARQ (INTJ Well)
  (WHNP-1 what)
  (SQ do
    (NP-SBJ you)
    (VP think
      (NP *T*-1)
      (PP about
        (NP (NP the idea)
          (PP of
            ,
            (INTJ uh)
            ,
            (S-NOM (NP-SBJ-2 kids)
              (VP having
                (S (NP-SBJ *-2)
                  (VP to
                    (VP do
```



```

(NP public service work))))
(PP-TMP for
(NP a year))))))))) ?
E_S))
(SQ Do
(NP-SBJ you)
(VP think
(SBAR 0
(S (NP-SBJ it)
(VP 's
(NP-PRD-UNF a))))))
N_S))

```

4 Лексико-семантическое моделирование и дополнения к его подходам

В предыдущих разделах работы были рассмотрены основные методы и подходы к лексико-семантическому моделированию, а также приведено краткое описание некоторых лингвистических ресурсов, которые частично используют какие-то из рассмотренных подходов.

В целом, при исследовании существующих методик, направленных на глубокий разбор и анализ лексических структур естественного языка для выявления их семантики и семантических связей, нами были выявлены следующие базовые положения:

1. При описании лексических групп и отношений между ними, особенно в специальных словарях, достаточно продуктивным оказывается использование понятия «семантический класс», принадлежность к которому лексем языка кодируется специальными дескрипторами [1].
2. Дескрипторы для описания лексем, их атрибутов и связей имеет смысл разделить на два множества. Первое множество — для описания СХ типа АРТЕФАКТ, ВЕЩЕСТВО, СИТУАЦИЯ, ИНФОРМАЦИЯ и др. (например, СХ («электричество») = ЯВЛЕНИЕ & ЭНЕРГИЯ). Второе множество — для описания бинарных смысловых отношений типа ЧАСТЬ (А, В), ФОРМА (А, В), ПРИНАДЛЕЖИТ (А, В) и т. п. [1].
3. Родовое и конкретное в лексическом значении, скомбинированные при помощи логических операторов, позволяют моделировать компонентную семантическую структуру слова [1, 2].
4. Электронные семантические словари удобно представлять в виде базы данных, поскольку это дает возможность зафиксировать и формализовать основные понятия, их атрибуты и связи (отношения) [1, 7].

5. Ввод новых понятий и ассоциированных структур практически осуществлять с использованием системы шаблонов, что минимизирует ошибки ручного ввода и приближает ресурс к наиболее точному лексико-семантическому моделированию естественно-языковых структур [2].
6. Каждое рассматриваемое значение слова необходимо представлять так, чтобы получили объяснение особенности языкового поведения слова в данном его значении [6, 7].
7. Необходимо показать, как значения слова связаны друг с другом, т. е. построить иерархию значений слова или даже парадигму значений, общую для определенного класса слов [6, 7].
8. Понятие «семантическая роль» также важно для описания слов и их смыслов, их связей с языковой действительностью и действительностью в целом. С одной стороны, они дают возможность эксплицировать те инвариантные компоненты в семантике слова, которые сохраняются при лексической деривации, а с другой — выявить те коммуникативные сдвиги, сопровождающие диатетические преобразования, которые ранее не поддавались идентификации [6].
9. При разработке новых лексико-семантических методов следует учитывать правило семантического согласования: правильное понимание текстов достигается при выборе такого осмысления данного предложения, при котором повторяемость семантических элементов достигает максимума (т. е. нужное значение многозначного слова очевидно из контекста) [10, 11].
10. Значение языковых единиц соотносится не непосредственно с окружающей действительностью, а с представлениями носителя языка об этой действительности [14, 15].
11. Принцип «интегрального описания языка»: словарь и грамматика образуют тесное единство и «настроены» друг на друга [17].
12. Смысл в естественном языке представляет информационную структуру, которая закодирована людьми на ментальном уровне [21].
13. Не существует надобности в интерпретации концептуальной (семантической) структуры структурой другого уровня, поскольку выражения, соответствующие уровню концептуальной структуры, уже являются интерпретациями высказываний (т. е. вопрос лишь в выборе средств формализации и представления таких структур) [22].
14. Контекстом и семантическими примитивами являются не только слова, фразы и даже крупные фрагменты текста, окружающие анализируемое высказывание/текст, а также и ситуация, в которой происходит данное высказывание/текст, его жанр, интонации, количество участников, различные характеристики участников коммуникативного акта, экстралингвистические

аспекты восприятия ими данного высказывания / текста и многое другое [6, 14–16, 22].

Как видно из приведенного списка базовых положений лексико-семантического моделирования, многие методы и подходы нашли преимущество и практическое применение на разных этапах развития семантики и у разных специалистов в этой области. Однако это не означает, что все методы и подходы, тем самым, уже разработаны, а проблемы лексической семантики решены. По-прежнему существуют проблемы многозначности лексических единиц и разнообразных структур языка, оптимального отображения лексико-семантических структур при разборе и анализе текстов, интеграции в информационные системы и настройки на предметную область и конечные приложения и многое другое. По этой причине хотелось бы сделать некоторые дополнения к существующим подходам и сформулировать предложения по оптимизации лексико-семантического моделирования в ракурсе их интеграции в лингвистические ресурсы информационных систем.

Как было показано в работе, сложно разработать лексико-семантические методы для какой-то абстрактной ситуации или предусмотреть все возможные случаи использования и отображения естественно-языковых структур. Как правило, все определяется конечным приложением или некоторым классом слов (например, глаголы русского языка) и его особенностями или семантическими классами (например, семантические характеристики и смысловые бинарные отношения) и т. д. Таким образом, оказывается, что для оптимизации подходов лексической семантики в целом необходимо оптимизировать какую-то из областей ее проблематики.

Поскольку в последнее время предпринимается все больше попыток максимально приблизить лингвистические ресурсы к моделированию сущностей и процессов естественного языка, качественно меняются и подходы к проектированию проблемно-ориентированных информационных систем, настроенных на некоторую предметную область и включающие эти ресурсы как одну из основных компонент системы.

Поэтому в качестве подходов, дополняющих существующие, предлагается формальный метод, который зарекомендовал себя во многих предметных областях. Это ДСМ-метод автоматического порождения гипотез, автором которого является В. К. Финн [41, 42]. Метод назван в честь Джона Стюарта Милля, английского философа, социолога, экономиста и общественного деятеля, который, кроме того, был автором некоторых формализмов (миллевская индукция, правила индуктивных рассуждений, индуктивных методов различия и соединенного сходства различия и т. д.) [43]. Эти формализмы нашли отражение в ДСМ-методе автоматического порождения гипотез, который основывается на том, что необходимо породить гипотезы о свойствах каких-то объектов и эффектов, которые они вызывают, основываясь на базах данных с неполной информацией,

а затем подтвердить или опровергнуть эти гипотезы. В частности, метод сходства миллевской индукции в ДСМ-методе формулируется следующим образом: сходство фактов влечет наличие (отсутствие) эффекта и его повторяемость [43].

Также важно отметить, что ДСМ-метод является современным формализованным приближением к идеальной индукции, которая является начальной составляющей когнитивных правдоподобных эмпирических рассуждений [44]. Кроме того, одной из главных идей этого метода является формализация взаимодействия трех познавательных процедур — индукции, аналогии и абдукции. Это взаимодействие осуществляет согласование идей Милля об индукции с абдукцией Пирса [45], требованием фальсификации порождаемых гипотез Поппера [46] и стремлением использовать правдоподобные рассуждения для knowledge discovery согласно Пойа [47].

Системы типа ДСМ основаны на инструментальных средствах, которые могут быть применимы в различных областях науки, где знания слабо формализованы, данные хорошо структурированы, а в БД содержатся как положительные, так и отрицательные примеры некоторых объектов. Однако наиболее эффективным оказалось применение ДСМ-метода в области машинного обучения, что подтвердилось при нашей попытке применить этот формализм в задаче пополнения семантического словаря [48]. Однако, поскольку семантический словарь и макет интеллектуальной системы, на которых были апробированы подходы ДСМ-метода, носили тестовый характер, а массив данных был небольшим, то сложно судить об эффективности метода для компьютерной лингвистики в целом.

Поэтому предлагаемые ниже положения, которые справедливы для формализма ДСМ-метода в целом, рассматриваются только в ракурсе задачи лексико-семантического моделирования системы информационного мониторинга.

В общем случае система информационного мониторинга предназначена для осуществления мониторинга, анализа и оценки некоторой предметной области/системы/программы и т. п. на основе данных, интегрированных в систему или поступающих в нее извне.

Поскольку в процессе мониторинга и оценки программ участвуют различные специалисты (эксперты предметной области, эксперты по оценке, IT-специалисты, специалисты по принятию решений и т. д.), возникает проблема согласования смыслового содержания индикаторов¹ (основных терминов мониторинга) между ними. Кроме того, для индикаторов в большинстве случаев характерна новизна и слабые ассоциативные связи имен индикаторов и обозначаемых ими понятий. По аналогии с топонимами (географическими названиями), из названия которых далеко не всегда выводится географическое место нахождения, которое они обозначают, смысл индикатора зачастую также трудно понять, зная только его название. Например, иногда пользователи систем информационного мони-

¹Индикатор — показатель количественной оценки, вычисляемый на основе информационных ресурсов системы мониторинга.

торинга считают тождественными «индикатор результативности» и «индикатор эффективности». Чтобы понять смысл этих индикаторов при работе с системой, необходимо ознакомиться с методами (алгоритмами) их вычисления именно в этой системе мониторинга [49].

Иногда содержательную информацию об отдельных индикаторах можно найти в нормативных документах или научных публикациях, но это встречается крайне редко.

Все эти аспекты влияют на конечный результат работы системы информационного мониторинга и процесс принятия решений. То есть одним из главных факторов успешной работы такой системы является наличие четких, согласованных названий индикаторов и их эксплицитных определений.

Именно поэтому возникла потребность в проектировании словаря терминов, интегрированного в эту систему, который бы учитывал вышеперечисленные особенности данной предметной области и способствовал бы разрешению проблем процедур мониторинга и оценки. Словарь был назван «семантическим» именно в силу того, что для адекватной работы системы необходимы были согласованные толкования смыслов терминов и отображение связей между ними.

Таким образом, методы и подходы лексико-семантического моделирования оказались актуальными для области мониторинга и создаваемых в ней информационных систем.

Как было отмечено в начале раздела, при осуществлении семантического анализа необходимо учитывать правило семантического согласования, которое в краткой формулировке гласит: нужное значение многозначного слова очевидно из контекста [10, 12].

В формальном аппарате ДСМ-метода понятие контекста также является одним из основных. В частности, если индуктивный вывод зависит от некоторого условия X , представленного формулой, отличной от Y и Z , соответствующих посылкам и заключению этого вывода, то такой вывод будет называться *контекстно-зависимым* [43]. То есть при анализе, например, нормативных документов или статей, содержащих термины мониторинга и их определения, можно было бы использовать такой индуктивный вывод, который бы учитывал базовую информацию об уже имеющихся терминах и контекст — для добавления новых понятий, их связей и других данных в семантический словарь.

Что касается уже существующих в словаре терминов, их дефиниций, примеров и связей, то, согласно ДСМ-методу, их можно отнести к базе фактов, т. е. к базе, содержащей исходную для логического вывода информацию. В базе фактов эти данные будут соответствовать (+)-фактам и (-)-фактам, которые позволят выявить причинно-следственные отношения в текстах, содержащих термины, и построить гипотезы о принадлежности / непринадлежности (т. е. (+)-гипотезы и (-)-гипотезы) какой-либо естественно-языковой структуры области мониторинга и системе индикаторов, описанной в словаре. Следует отметить, что в качестве

исходных фактов можно использовать дескрипторы бинарных смысловых отношений (см. начало раздела — список базовых положений лексико-семантического моделирования), например: БЫТЬ_ИНДИКАТОРОМ ($X, Y = \{False, True\}$), ЧАСТЬ_ОПРЕДЕЛЕНИЯ (Z, Def) и т. д. В качестве (+)-гипотез и (–)-гипотез можно использовать составляющие контекста новых терминов и их производных (т. е. слова, фразовые и надфразовые структуры, окружающие искомое понятие). Рассмотрим пример применения подходов ДСМ-метода и использования базовых положений лексико-семантического моделирования в ракурсе пополнения семантического словаря системы информационного мониторинга.

Пример 2

(+)-факты

Индикатор результативности

Показатель эффективности программы РАН

Экспертная оценка деятельности институтов РАН

(–)-факты

Эффективность препаратов

Показатель интеллектуального уровня

Индикатор окислительно-восстановительных процессов

Анализируемые фрагменты текста (в системе информационного мониторинга):

. . . В основе Постановления 201 лежит положение о системе индикаторов результатов федеральных программ фундаментальных исследований РАН. Для определения эффективности программы необходимо учитывать следующие индикаторы. . .

. . . Очевидно, что в качестве показателя общего интеллектуального уровня старших возрастных групп недостаточно использовать логико-математические тесты и тесты на ассоциации. . .

. . . при осуществлении экспертной оценки деятельности научных подразделений РАН было установлено, что. . .

(+)-гипотезы

В основе Постановления лежит положение

Для определения эффективности

При осуществлении экспертной оценки было установлено, что

(–)-гипотезы

Очевидно, что в качестве показателя. . . недостаточно использовать

При использовании таких данных в контекстно-зависимом индуктивном выводе ДСМ-метода автоматического порождения гипотез семантический словарь

оказывается пополнен терминами «индикаторы результатов федеральных программ фундаментальных исследований РАН» и «экспертная оценка деятельности научных подразделений РАН».

Безусловно, даже такой короткий пример демонстрирует необходимость валидации полученных в результате вывода данных (новых понятий в словаре) и более детальную формальную проработку элементов самого вывода. Однако из примера 2 становится очевидным, что формальный аппарат ДСМ-метода может быть адаптирован к задаче контекстного поиска и семантического анализа с дальнейшим пополнением семантического словаря системы информационного мониторинга, но это определяется исходными данными, ограничениями на данные и требованиями к результату работы лингвистического обеспечения системы.

Литература

1. *Леонтьева Н. Н.* Категоризация единиц в русском общесемантическом словаре (РОСС) // Труды Междунар. семинара Диалог'98 по компьютерной лингвистике и ее приложениям, 1998. Т. 2. С. 519–532.
2. *Леонтьева Н. Н., Семенова С. Ю.* Об отражении полисемии в прикладном семантическом словаре // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Труды междунар. семинара Диалог 2002. Протвино. — М.: Наука, 2002. Т. 2. С. 489–496.
3. *Леонтьева Н. Н.* К теории автоматического понимания естественных текстов. Часть 1. Моделирование системы «мягкого понимания» текста: информационно-лингвистическая модель. — М., МГУ, 2000. 43 с.
4. *Леонтьева Н. Н., Семенова С. Ю.* Семантический словарь РУСЛАН как инструмент компьютерного понимания // Понимание в коммуникации: Мат-лы науч.-практич. конф. — М., 2003.
5. *Кустова Г. И., Падучева Е. В.* Словарь как лексическая база данных // Вопросы языкознания, 1994. № 3.
6. *Падучева Е. В.* Высказывание и его соотнесенность с действительностью: референциальные аспекты семантики местоимений. — М.: Наука, 1985. (Рец.: *Wierzbicka A.* // *J. Linguistics*, 1986. Vol. 22. P. 475–479 и др.)
7. *Падучева Е. В.* Динамические модели в семантике лексики. — М.: Языки славянских культур, 2004. 607 с.
8. Сайт проекта «Лексикограф»: <http://lexicograf.ru/ideology/>.
9. *Курилович Е.* Заметки о значении слова // Очерки по лингвистике / Пер. с польск., англ., франц., нем. — М., 1962.
10. *Апресян Ю. Д.* Избранные труды. Т. 1. Лексическая семантика. Синонимические средства языка. — М., 1995.
11. *Гак В. Г.* Семантическая структура слова как компонент семантической структуры высказывания // Семантическая структура слова. Психолингвистические исследования. — М., 1971.
12. *Гак В. Г.* К проблеме семантической синтагматики // Проблемы структурной лингвистики. — М., 1972.

13. Апресян Ю. Д. Идеи и методы современной структурной лингвистики (краткий очерк). — М.: Просвещение, 1966.
14. Апресян Ю. Д. Экспериментальное исследование семантики русского глагола. — М.: Наука, 1967.
15. Wierzbicka A. Semantic primitives. — Frankfurt/M.: Athenaum-Verl., 1972. 235 p.
16. Апресян Ю. Д. Лексическая семантика (синонимические средства языка). — М.: Наука, 1974.
17. Апресян Ю. Д. Типы информации для поверхностно-семантического компонента модели «Смысл \Leftrightarrow Текст» // Wiener Slawistischer Almanach. Sonderband 1. Wien, 1980.
18. Апресян Ю. Д., Богуславский И. М., Иомдин Л. Л. и др. Лингвистическое обеспечение системы ЭТАП-2. — М.: Наука, 1989.
19. Апресян Ю. Д., Богуславский И. М., Иомдин Л. Л. и др. Лингвистический процессор для сложных информационных систем. — М.: Наука, 1992.
20. Апресян Ю. Д. Исследования по семантике и лексикографии. Т. I: Парадигматика. — М.: Языки славянских культур, 2009. 568 с.
21. Jackendoff R. Semantic interpretation in generative grammar. — Cambridge, MA: MIT Press, 1972. 400 p.
22. Jackendoff R. Semantics and cognition. — Cambridge, MA: MIT Press, 1983. 283 p.
23. Jackendoff R. Foundations of language: Brain, meaning, grammar, evolution. — Oxford: Oxford University Press, 2002. 477 p.
24. Jackendoff R. Meaning and the lexicon: The parallel architecture 1975–2010. — Oxford: Oxford University Press, 2010. 504 p.
25. Sowa J. F. Knowledge representation: Logical, philosophical, and computational foundations. Pacific Grove, CA: Brooks/Cole Publishing Co., 2000.
26. Sowa J. F. Language games: A foundation for semantics and ontology // Game theory and linguistic meaning / Ed. Ahti-Veikko Pietarinen. — Elsevier, 2007. P. 17–37.
27. Sowa J. F., Majumdar A., Stewart J. Pursuing the goal of language understanding // 16th ICCS, LNAI 5113 Proceedings / Eds. P. Eklund, O. Haemmerlé. — Berlin: Springer, 2008. P. 21–42.
28. Sowa J. F. The role of logic and ontology in language and reasoning // Theory and applications of ontology: Philosophical perspectives / Eds. R. Poli, J. Seibt. — Berlin: Springer, 2010. Ch. 11. P. 231–263.
29. Sowa J. F. Conceptual graphs // Handbook of knowledge representation / Eds. F. van Harmelen, V. Lifschitz, B. Porter. — Elsevier, 2008. P. 213–237.
30. Fisch M. H. Peirce semiotic and pragmatism. — Indiana University Press, 1986.
31. Fellbaum C. WordNet: An electronic lexical database. — Cambridge, 1998.
32. Miller G. A., Beckwith R., Fellbaum Ch., Gross D., Miller K. Five papers on WordNet. CSL-Report. Princeton University, 1990. Vol. 43.
33. Кожунова О. С. Семантический словарь системы информационного мониторинга в сфере науки и ресурс Eurowordnet: структура, задачи и функции // Системы и средства информатики. Вып. 18. — М.: Наука, 2008. С. 156–170.

34. *Азарова И. В., Митрофанова О. А., Синопальникова А. А., Ушакова А. А., Яворская М. В.* Разработка компьютерного тезауруса русского языка типа WordNet // Докл. науч. конф. «Корпусная лингвистика и лингвистические базы данных» / Под ред. А. С. Герда. — СПб., 2002. С. 6–18.
35. *Сухоногов А. М., Яблонский С. А.* Словари типа WordNet в технологиях Semantic Web // Девятая Национальная конф. по искусственному интеллекту с междунар. участием КИИ-2004: Труды конф. — В 3-х т. — М.: Физматлит, 2004. Т. 2. С. 557–564.
36. *Vossen P.* Introduction to EuroWordNet // Computers and the Humanities, 1998. Vol. 32. No. 2–3. P. 73–89.
37. *Азарова И. В., Синопальникова А. А., Яворская М. В.* Принципы построения wordnet-тезауруса RussNet // Мат-лы конф. Диалог-2004. — М.: Наука, 2004.
38. *Азарова И. В., Митрофанова О. А., Синопальникова А. А.* Компьютерный тезаурус русского языка типа WordNet // Мат-лы конф. Диалог-2003. — М., 2003.
39. *Ide N., Prasad R., Aravind J.* Towards interoperability for the Penn Discourse Treebank // 6th Joint ACL-ISO Workshop on Interoperable Semantic Annotation (ISA-6) Proceedings. — Oxford, U.K. January, 2011 (in press).
40. <http://www.cis.upenn.edu/~treebank/>.
41. Искусственный интеллект: Справочник в 3 кн. / Под ред. Э. В. Попова. — М.: Радио и связь, 1990.
42. *Финн В. К.* О роли машинного обучения в интеллектуальных системах // Научно-техническая информация. Сер. 2. — М.: ВИНТИ, 1999. № 12. С. 1–3.
43. *Милль Д. С.* Система логики силлогистической и индуктивной: Изложение принципов доказательства в связи с методами научного исследования / Пер. с англ.; Предисл. и прил. В. К. Финна. — М.: ЛЕНАНД, 2011. 832 с.
44. *Финн В. К.* Индуктивный метод соединенного сходства–различия и процедурная семантика ДСМ-метода // Научно-техническая информация, 2010. Сер. 2. № 4. С. 1–17.
45. *Peirce C. S.* Abduction and induction // Philosophical writings of Peirce / Ed. J. Buchler. — NY: Dover Publications, 1955. P. 150–156.
46. *Поппер К. Р.* Объективное знание: Эволюционный подход. — М.: URSS, 2010.
47. *Пойа Д.* Математика и правдоподобные рассуждения. — М.: Книжный дом «Либроком» / URSS, 2010.
48. *Финн В. К., Виноградов Д. В., Кожунова О. С.* Интеллектуальная система пополнения семантических словарей // Программные продукты и системы, 2006. № 2. С. 27–30.
49. *Зацман И. М., Кожунова О. С.* Семантический словарь системы информационного мониторинга в сфере науки: задачи и функции // Системы и средства информатики. — М.: Наука, 2007. Вып. 17. С. 124–141.

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ БИОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ: РАБОЧЕЕ ПОЛЕ БИОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

*Н. А. Маркова*¹

Аннотация: Предложен метод формализации биографических сведений, который позволяет эффективно анализировать и интегрировать данные, получаемые из разнородных источников.

Ключевые слова: биографическое исследование; формализация; интеграция разнородных данных

1 Введение

Потенциал использования информационных технологий (ИТ) в гуманитарных исследованиях далеко не исчерпан. При этом основное внимание разработчиков средств поддержки уделяется большим исследовательским проектам, в то время как индивидуальные исследователи — которых большинство — заботой ИТ-специалистов обделены. Один из примеров редких публикаций на эту тему представляет специализированный набор процедур и операций поддержки деятельности исследователя в области исторической лексикологии русского языка — технологию, существенно облегчающую труд ученого [1]. Авторы работы полагают результатом творческой деятельности исследователя не только некоторый текст (статью), но и набор всех исходных, промежуточных и результирующих материалов, а также методов и процедур работы с ними — своеобразную мастерскую исследователя.

В работе [2] проанализированы проблемы, с которыми сталкивается исследователь при организации информационного обеспечения своего проекта, даны рекомендации, способствующие повышению эффективности его работы. Рассмотрение проводилось без привязки к конкретной области исследований, однако необходимость ее концептуализации полагалась ключевым вопросом поддерживаемой ИТ.

В настоящей работе рассматривается модель представления данных биографического исследования. К исследованиям такого рода относятся не только изучение биографии конкретного лица, но и работы по истории науки, культуры, отрасли деятельности, организации. Биографические исследования входят в

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, nmarkova@ipiran.ru

задачи краеведения, генеалогии, просопографии. В ограниченном объеме ими занимаются библиографы и археографы.

Существенный рост массовости биографических исследований в последнее время обусловлен рядом причин, среди которых достигнутая в последние десятилетия открытость архивов и возможности электронной публикации как источников, так и результатов исследований.

Хотя биографические данные, собираемые из различных источников, неполны, неточны, а часто противоречивы, их преобразование в общий формат обеспечит условия для аналитико-синтетической работы. А «благодаря эффекту системности, оказывается реальным с помощью интерполяции и экстраполяции восполнить недостающую информацию, ликвидировать пробелы в знаниях или высказать гипотезы о возможном их содержании» [3]. Приведенная цитата относилась к системному описанию в психологии, полагаем ее справедливой и для других областей, в том числе биографики.

Таким образом, информационная и методически-инструментальная поддержка исследовательской деятельности биографа является актуальной задачей, решение которой сопряжено с выработкой модели представления биографических данных.

2 Содержание рабочего поля биографического исследования

Концепция рабочего поля исследования была предложена и подробно рассмотрена в работе [2]. Ключевым моментом этой концепции является предложенная Ю. Лотманом [4] парадигма автокоммуникации: исследователь шлет сообщения сам себе, благодаря чему порождается новое знание или новое представление старого знания. Исследование эффективно, если при такой «пересылке» повышается ранг сообщения: написано оно от руки, напечатано, переведено в формальный язык. Процесс перевода сообщения в новый код позволяет уточнить его смысл, а также служит основой для интеграции разнородных сообщений.

Рабочее поле содержит накопленный на текущий момент исследования материал, включая неформальные сообщения (документы, тексты) и в той или иной степени формализованные данные.

Неформальными сообщениями являются: черновики, заметки, вторичные документы (копии, выписки, рефераты, аннотации), а также целевые документы, представляемые к публикации, презентации. Заметим, что целевых документов может быть много, они в том числе включают предыдущие публикации по теме исследования в версиях и вариантах. Специфика проблем, связанных с организацией документооборота в исследовательском проекте, разобрана в [2].

В той или иной степени формализуемой информацией в общем случае является библиография и словари. Для их компонентов явно определяется структура, например, для библиографического описания — это авторы, название,

издательство, год выпуска и т. д. [5]. Учитывая известную специфику предметной области, формализуемые сообщения для биографических исследований можно представить в виде совокупности определенным образом сконструированных высказываний. Такие высказывания представляют выявленные факты, выдвигаемые гипотезы и исследовательские вопросы в единой форме. Представим биографические высказывания в виде логических формул, элементарными составляющими которых являются утверждения или вопросы, касающиеся характеристик человека или его отношений с другими людьми, а также с объектами другой природы. Под такими объектами понимаются различные совокупности, ассоциации, группы людей, а также объекты в той или иной степени связанные с людьми: организации, географические места, исторические события.

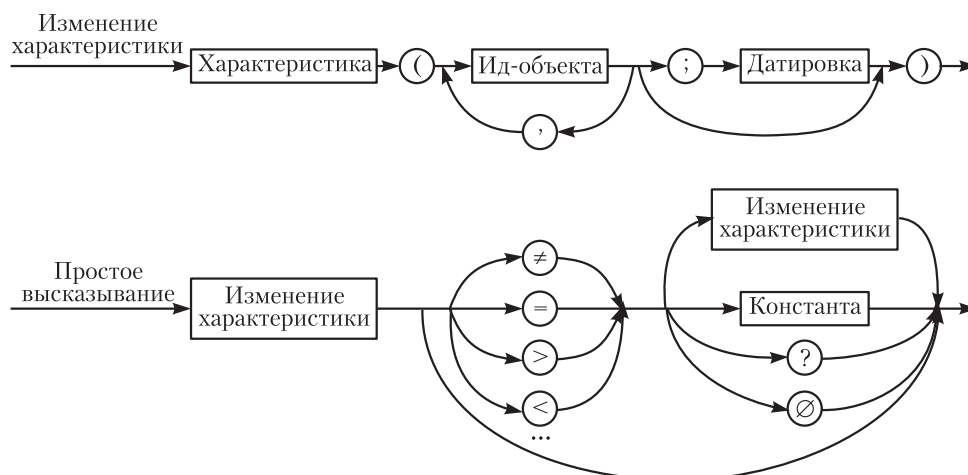
Формулировка высказывания может быть как следствием интерпретации источника, в этом случае мы будем говорить о свидетельстве, так и результатом логического вывода — назовем его заключением. Будем считать свидетельства и заключения отдельными записями, обладающими своими идентификаторами. Кроме того, идентификаторами оснастим записи — компоненты библиографии (в том числе источники) и словарей. Для биографических исследований словарями являются перечни исследуемых объектов (лиц, организаций, географических мест), а также списки изучаемых характеристик и их возможных значений.

Таким образом, компоненты высказываний будут представляться ссылками на соответствующие сущности (идентификаторами), что обеспечит как связность материалов исследования, так и возможность их повторного использования.

Определим основные конструкции предлагаемого формализма в виде диаграмм Вирта, которые используются для описания синтаксиса языков программирования. Нас в большей степени будет интересовать наглядность представления концепции, демонстрация основных черт предлагаемой методики. Конкретная реализация средств поддержки может использовать различные инструментальные среды — от табличного процессора Excel до систем управления базами данных. В простейшем случае, оставаясь в рамках текстовых процессоров, можно воспользоваться предлагаемым синтаксисом.

3 Формулировки простых высказываний

Большинство имеющих отношение к биографиям высказываний, практически значимых, с одной стороны, и формализуемых, с другой, представимы в виде измерений характеристик объекта или отношения между объектами (рис. 1). Характеристиками лица являются: время жизни (рождение–смерть); место жительства; сословие, звание, чин, титул; образование; служба; имущество и др. Характеристиками отношений являются: степень родства, служебные, социальные и прочие взаимосвязи, например сотрудник института, житель Москвы, участник Великой отечественной войны.


Рис. 1 Простое высказывание

Простое высказывание утверждает, что данная характеристика в указанный период времени имела указанное значение или соотносилась с другим измерением указанным образом. Значение опускается, если существенен лишь сам факт наличия отношения между объектами. Предложенный формализм может быть расширен. В частности, в правой части могут быть множества, а оператор — « \in » или « \notin ».

Неизвестное значение будем помечать «?», отсутствие данных о значении — « \emptyset ». При рассмотрении отношения лица и документа-источника, измеряемого характеристикой «Упоминается», могут быть фиксированы следующие высказывания:

- Упоминается(«Смирнов», «Дело1») = \emptyset — не упоминается в источнике.
- Упоминается(«Смирнов», «Дело2») $\neq \emptyset$ — упоминается в источнике.
- Упоминается(«Смирнов», «Дело2») = {Лист10, Лист24} — упоминается на конкретных листах источника.
- Упоминается(«Смирнов», «Дело0») = ? — неизвестно, упоминается или нет.

Проводя измерение характеристики, необходимо решать два вопроса: идентификации объектов и датировки периода.

Одна из сложнейших задач биографического исследования — идентификация людей и связанных с ними объектов. Сложно определить, относятся данные из разных источников к одному лицу или к разным лицам в условиях неполных или неточных знаний относительно их имен, учитывая вариативность именовании и возможную одноименность. Чтобы явным образом учесть эти проблемы, введем

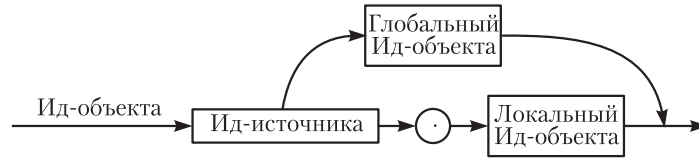


Рис. 2 Идентификаторы объекта

двухуровневую идентификацию объекта: локальную — на уровне источника — и глобальную — на уровне исследования (рис. 2).

Специальная характеристика — Идентификация — устанавливает тождественность объектов, идентифицируемых различными идентификаторами. Ее измерение (Идентификация(Ид1, Ид2)) — это высказывание-заключение, выводимое на основании данных источников и правил (например, синонимии имен).

Существует множество различных текстовых формул для оценки времени событий. Кроме точных дат в ходу: «около», «не ранее чем», «в середине 50-х» и многие другие. Предложим простую нотацию, сводящую все это многообразие в единый формат (рис. 3). Здесь «Точная дата», «Не раньше», «Не позднее» — даты. Для новой истории даты границ целесообразно задавать с точностью не менее чем до года. Перевод произвольной текстовой оценки в такой формат — неформальная, но вполне интуитивно понятная процедура. Так, «в середине 50-х» соответствует «1953..1957» (век выявлен из контекста). Датировку периода (например, времени жизни или времени пребывания в некотором месте) представим в виде рис. 4.

Учитывая естественные биологические ограничения, по оценке одной из границ периода жизни можно оценить другую. Если человек родился не ранее некоторой даты, то он и умер не ранее нее, а если не позднее некоторой даты,

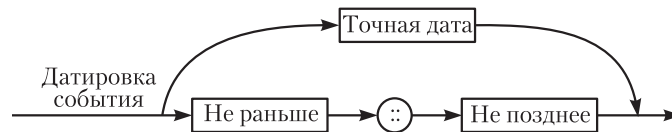


Рис. 3 Датировка события

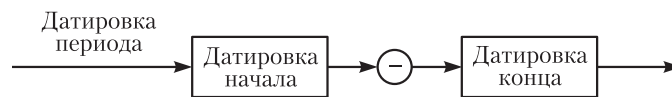


Рис. 4 Датировка периода

то умер не позднее этой даты плюс 120 лет. Предложенная нотация позволяет фиксировать и отсутствие данных, например время жизни Смирнова неизвестно — $\text{ВремяЖизни}(\langle \text{Смирнов} \rangle; \dots)$.

4 Свидетельства и заключения

Решение типового вопроса биографического исследования, например датировки времени жизни человека, возможно как на основании прямых свидетельств — документов о рождении и смерти, так и исходя из выводов, сделанных на основании свидетельств, относящихся к связанным с этим человеком объектам и явлениям. В частности, сведения относительно вдовы Смирнова, зафиксированные в 1890 г., свидетельствуют, что он умер ранее этой даты. Любая оценка времени жизни непосредственных предков и потомков изучаемого лица корректирует датировку его жизни. Однако, как утверждал историк Л. Н. Гумилев в своих популярных лекциях, «источники все врут». Иначе, существует множество дефектов и искажений как в самих свидетельствах, так и процессе их фиксации и интерпретации. Анализ противоречий, оценка достоверности источников, формулировка альтернатив — тонкие вопросы, требующие внимания исследователя. Помощь в решении этих вопросов могут оказать продуманная фиксация и сохранение данных, их наглядное представление.

Во-первых, необходимо сохранение высказываний, сформулированных на основании интерпретации данных источников, — свидетельств. Во-вторых, заключения, сформулированные на основании нескольких непротиворечивых свидетельств (или ранее сформулированных выводов), должны сохранять ссылки на эти свидетельства (рис. 5).

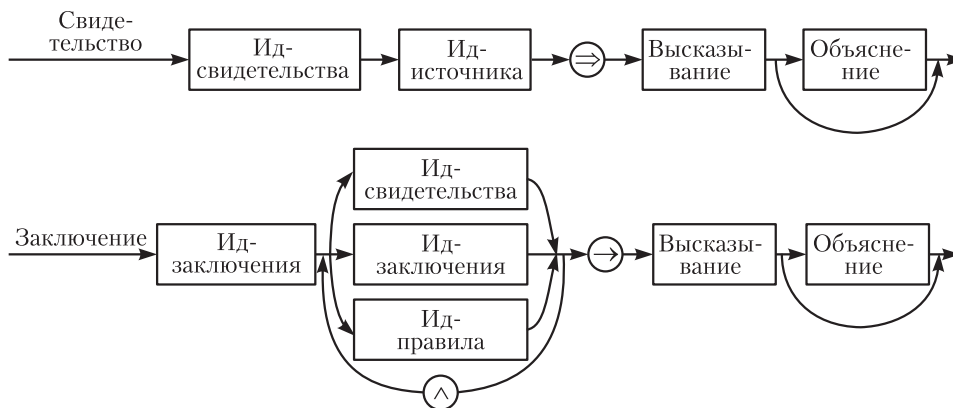


Рис. 5 Свидетельства и заключения

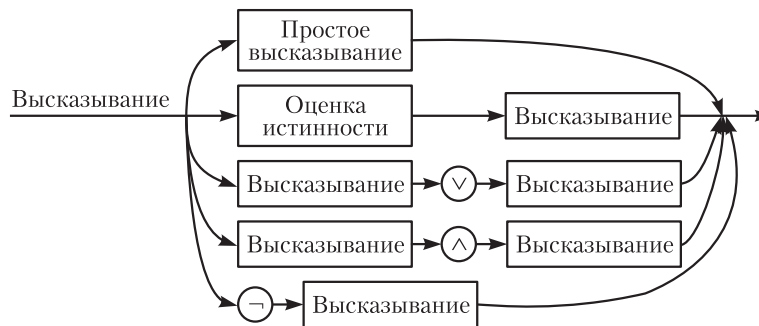


Рис. 6 Сложные высказывания

Обоснованием заключения служат свидетельства и/или ранее сформулированные заключения, а также правила, фиксирующие биологические, нормативно-правовые или любые другие закономерности конкретной исторической реальности. Объяснение — это неформальный пояснительный текст.

Как интерпретация данных источника, так и заключения, выводимые из совокупности свидетельств, часто бывают неоднозначны. Кроме того, в силу большого числа искажений, а также субъективности данных источников противоречия между свидетельствами являются скорее правилом, чем исключением. Сведения о том, что исследователь отвергает некоторое высказывание как дефектное (ложное), необходимо сохранять. Вполне возможно, что на новых шагах работы к нему предстоит вернуться. Если же исследователь не может выбрать, какое из противоречивых высказываний дефектно, необходимо формулировать альтернативу, состоящую из двух (или более) высказываний, помеченных оценкой (вероятностью) истинности. В простейшем случае вероятности их истинности равны, однако исследователь, исходя из, возможно, дополнительной информации, может оценить их различно, что требует комментирования.

Заметим, что и в самом источнике могут присутствовать оценки содержащихся в нем сведений как неточные или гипотетические, а также исследователь может оценить его как ненадежный. Тогда свидетельства, формулируемые на его основе, получают соответствующие оценки.

В общем случае высказывания строятся из простых высказываний, помечаемых оценкой истинности и связанных между собой логическими операциями (рис. 6).

5 Исследовательские вопросы

Исследовательские вопросы формулируются, исходя из первоначальной постановки задачи исследования, и возникают по мере ее решения. В нашем

рассмотрении исследовательские вопросы уже упоминались как формулировки простых высказываний с неизвестными значениями, как выбор между альтернативными высказываниями и как проверка истинности высказываний.

Предложенный нами формализм не требует введения дополнительных конструкций для спецификации и целевых вопросов исследования. Действительно, если исходная формулировка задачи исследования содержалась в некотором неформальном документе, то целевые вопросы могут быть сформулированы как свидетельства, возникающие при интерпретации этого документа как источника. Вопросы эти могут касаться как основных характеристик исследуемого лица, так и путей исследования, в том числе, какие источники содержат информацию о нем (Упоминается («Смирнов», x) $\neq \emptyset$).

Специфика биографических исследований диктует необходимость ставить дополнительные вопросы, имеющие к исходным косвенное отношение, на основании ответа на которые, возможно, удастся уточнить ответ на исходный. Приведем пример. Пусть место служения и должность Ивана Яковлевича мы определили на основании записи в источнике, касающейся его сына от 1779 г.: «Семен Иоаннов. Церкви Успения пресвятой Богородицы, что в Кремлевском дворце умершего дьякона Ивана Яковлева сын». Теперь, если мы хотим датировать период его служения в этой церкви, с учетом труднодоступности данных, нас будут интересовать любые сведения, касающиеся этой церкви в предшествующие годы. В конце концов, находим: «1747 г. в Успенскую, что в Кремлевском дворце, переведен дьяконом Роман Никитич Залуцкий» (не Иван Яковлевич), на основании чего уточняем верхние границы датировки:

Должность («Иван Яковлевич», «Успенская ц.»; 1747.. – ..1779) = «Дьякон».

Уточненный диапазон позволит при дальнейшем поиске ограничиться консисторскими документами за эти годы.

Одна из проблем биографических исследований заключается в том, что при постановке косвенных вопросов число направлений исследований лавинообразно увеличивается. В то же время, поиск ответов только на прямые вопросы часто безрезультатен. Необходимо выработать некоторое паллиативное решение, зависящее от конкретной ситуации, возможно, состоящее в явном приписывании приоритетов вопросов.

Часто свидетельства, извлекаемые из источников, не являются ответами на поставленные вопросы, а представляют «окрестности» сведений об изучаемом лице или объекте. Такого рода «окрестности» составляют высказывания, относящиеся к сослуживцам, соседям, одноклассникам: есть вероятность, что, выявляя сведения относительно этих лиц, мы сможем ответить на интересующие нас вопросы.

6 Заключение

Предметная область — изучение биографий — предполагает наличие основа исследования, который составляют время, люди и отношения между ними,

характеристики людей и отношений. Предложенная форма представления биографических данных позволяет сопоставить различные высказывания, свести их к единой понятийной базе, сформулировать в общих терминах.

Внедрение предложенных концепций в практику биографических исследований сопряжено с проработкой методик, созданием инструментария, что является предметом дальнейших работ. В то же время, уже простое использование рекомендаций как указаний по структурированию таблиц свидетельств, извлекаемых из массовых источников (метрических книг, ревизских сказок, исповедных ведомостей), способно существенно облегчить процесс исследования.

Литература

1. Филиппович Ю. Н., Чернышева М. И. Историко-лексикологическое (тематическое) исследование: экспериментальный опыт на основе информационной технологии // Вопросы языкознания, 1999. № 1. С. 56–83.
2. Маркова Н. А. Информационное поле персонального исследования // Системы и средства информатики. — М.: Наука, 2008. Вып. 18. С. 82–95.
3. Ганзен В. А. Системные описания в психологии. — Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 175 с.
4. Лотман Ю. Автокоммуникация: «Я» и «другой» как адресаты // Семиосфера. — СПб.: «Искусство-СПБ», 2000. С. 163–176.
5. ГОСТ 7.1-84. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления. — М.: 1984.

ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КАРТОГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНДИКАТОРОВ В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА

*Д. А. Никишин*¹

Аннотация: Рассмотрены проблемы методологии и технологические решения для автоматизированного построения картограмм индикаторов научной деятельности на примере информационно-технологической системы мониторинга Российской академии наук (ИТСМ РАН). Новыми аспектами разрабатываемой технологии являются представление наборов индикаторов для структурных подразделений РАН и отображение динамики индикаторов. Приведены образцы информационно-картографических документов с учетом структуры РАН, а также примеры отображения динамики индикаторов.

Ключевые слова: тематические карты; диаграммы; системы мониторинга

1 Введение

Основные методические и технологические решения, используемые для картографической презентации данных ИТСМ, были рассмотрены в [1]. Данная работа является дальнейшим развитием этого направления и затрагивает вопросы представления данных с учетом территориальной и структурной специфики учреждений РАН, а также отображения динамики показателей и анализа тенденций их изменения во времени.

Разрабатываемая в ИПИ РАН с 2003 г. ИТСМ РАН предназначена для обеспечения сбора, хранения, актуализации и анализа определенного круга данных, имеющих место в деятельности РАН. К ним относятся как нормативные, так и фактографические данные об организациях, подразделениях и сотрудниках РАН, носящие различный характер (например, кадровые, юридические, финансовые и т. п.). Наиболее значимой их составляющей являются данные, характеризующие научно-техническую деятельность РАН — отражающие научные результаты (такие как публикации, патенты, заявки и отчеты). Категории информационных ресурсов ИТСМ РАН подробно представлены в [2].

Структура базы данных (БД) ИТСМ обеспечивает возможность регистрации и учета этих данных с привязкой в пространстве и во времени. Наличие адресной

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, dmnikishin@mail.ru

привязки данных ИТСМ обеспечивает выполнение запросов по территориальному принципу в виде списков (таблиц) различных показателей ИТСМ. Обеспечиваемая современными БД возможность регистрации и накопления массива разновременных фактов позволяет проследить их динамику и выявить тенденции ее развития и сопровождающие ее процессы. Все это позволяет оперативно получать информацию как о территориальном распределении, так и об изменении во времени различных индикаторов научной деятельности в целом по стране, по отдельным территориальным образованиям внутри страны (федеральным округам, субъектам Федерации), по городам, а также по различным региональным подразделениям организационной структуры РАН.

Региональная составляющая в структуре РАН достаточно значительна: так, доля бюджетных ассигнований региональным отделениям (без учета региональных научных центров центрального подчинения) приближается к 40% общего объема финансирования РАН. Статистика по объектам интеллектуальной собственности в организационной структуре РАН показывает следующее: тематические отделения РАН имеют 1723 объекта, региональные центры центрального подчинения — 182, а региональные отделения — 2278, т. е. более 50%. Поэтому картографический аспект может быть полезен при иллюстрации распределений некоторых видов результатов по регионам.

Как было показано в [1], технологической основой построения карт, отображающих подобную информацию, является внедрение в ИТСМ специального картографического модуля, включающего в себя специальное программные средства и дополнительные картографические данные, обеспечивающие наглядное отображение в картографическом пространстве сведений, содержащихся в БД ИТСМ.

Направлением дальнейшего совершенствования этого модуля является расширение его функциональных возможностей путем организации его картографических объектов в виде схемы, соответствующей разветвленной организационно-территориальной структуре РАН. Технологически это предполагает создание специализированной бланковой картографической основы, отображающей разными условными знаками пространственное положение подразделений различного уровня организационной структуры РАН (отделений, научных центров и отдельных институтов). Это должно позволить создавать в автоматизированном режиме различные карты динамики показателей для подразделений РАН различного уровня.

В качестве методической основы работы системы, адаптированной к построению карт динамики, применима традиционная методика формирования картографических отчетов, реализованная как функциональная задача в большинстве современных ГИС-технологий.

В качестве основы картографического отчета используется специально разработанный шаблон — бланковая карта территории России, отображающая про-

странственное расположение структурных подразделений РАН, включая местоположение элементов структуры самых низших порядков (институты, филиалы и пр.), а в роли исходных входящих потоков данных для их заполнения — постоянно актуализируемые данные, поступающие по территориальным запросам из БД ИТСМ.

Проблемами реализации подобной функциональности являются:

1. Сложная, разветвленная организационная структура РАН, предполагающая наличие нескольких классификаций.
2. Значительный разброс значений индикаторов научной деятельности для различных подразделений и учреждений РАН, обусловленный их территориальной спецификой.
3. Неравномерность в степени заполнения ИТСМ РАН данными (в частности, обеспеченности данными различных территориальных и организационно-структурных образований).
4. В перспективе — обеспечение возможности использования для анализа данных и вычисления индикаторов и оценок эффективности подразделений РАН дополнительных данных об индивидуальных индексах цитирования различных категорий сотрудников.

Для практической реализации разработки требуется разработать универсальную модель организационной структуры РАН, допускающей несколько параллельных классификаций, и соответствующую ей систему шаблонов карт для картографического отображения результатов анализа, проводимого по различным подразделениям РАН.

2 Методологические и технологические приемы создания по данным информационно-технологической системы мониторинга картографических документов с учетом структуры Российской академии наук

Специфика подготовки данных для автоматического формирования динамических карт определяется организационной структурой учреждений РАН [3], характеризующейся наличием нескольких классификаций:

- по отделениям РАН по направлениям наук;
- по региональным отделениям РАН;
- по региональным научным центрам.

Схема подчинения основных элементов организационной структуры РАН приведена на рис. 1. В схему не вошли руководящие и специальные органы РАН (президиумы, комитеты, научные советы и пр.), присутствующие в каждой из ветвей структуры.

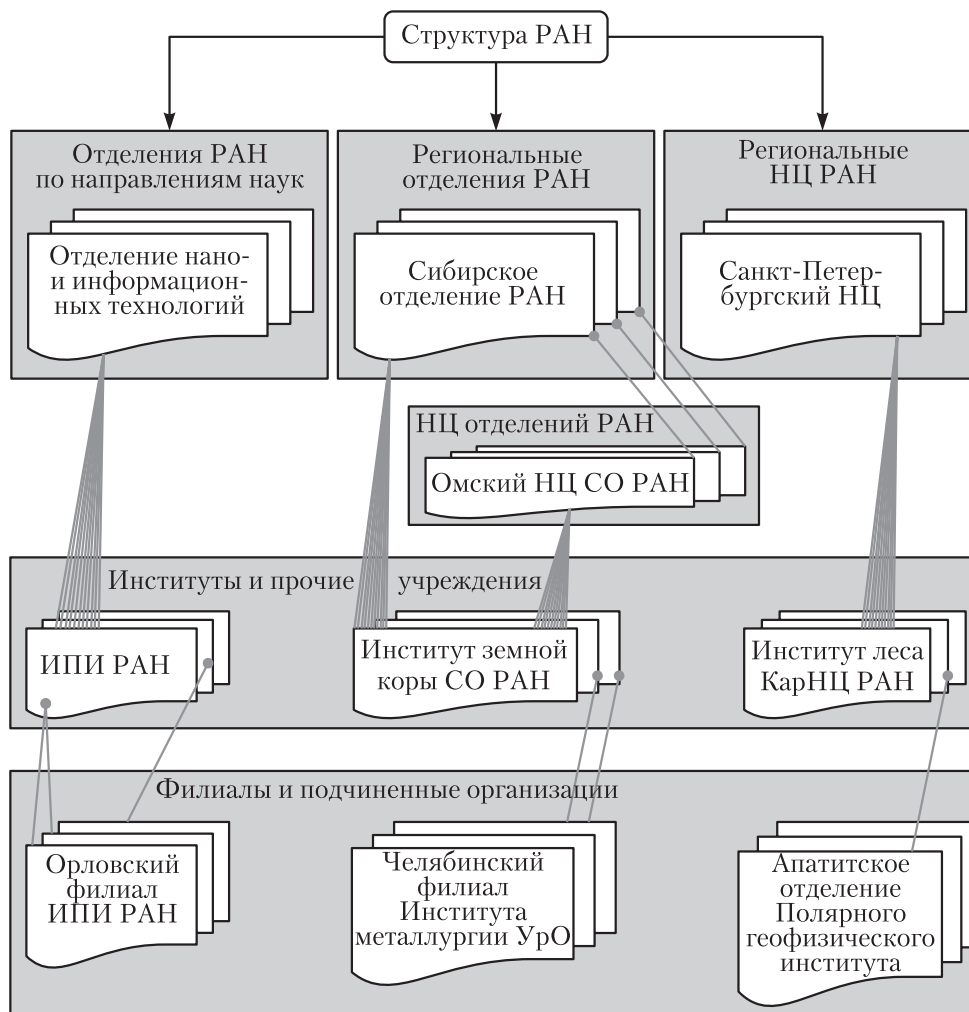


Рис. 1 Схема подчинения элементов организационной структуры РАН

Наличие связей типа $1 : \infty$ («один ко многим») между различными составляющими организационной структуры (отделениями РАН, научными центрами отделений, региональными центрами центрального подчинения и пр.) обеспечивает однозначный переход к спискам подчиненных элементов структуры — институтов (учреждений) и их филиалов, в свою очередь предоставляющих данные в БД ИТСМ. Поскольку все показатели (данные) в ИТСМ привязаны по адресу предоставившей их организации, получение консолидированных



Рис. 2 Образец карты-основы России с локализацией местоположения структурных подразделений РАН

данных по каждому показанному на схеме структурному подразделению РАН не представляет особых трудностей. Это осуществляется построением запросов, предоставляющих результаты суммирования показателей, полученных от совокупности подчиненных организаций той или иной структуры РАН.

Для картографической визуализации данных подобных запросов необходимо на специальной цифровой карте-бланковке со схематичным изображением территории России пространственно локализовать местоположение всех организаций, входящих в структуру РАН. Как правило, это осуществляется привязкой крупных подразделений РАН (отделений, региональных центров и пр.) к крупным городам, в которых они базируются. На представленной карте-основе, фрагмент которой представлен на рис. 2, разными условными знаками (тематическими картографическими объектами) представлены основные структурные подразделения РАН, включая:

- три региональных отделения РАН (Уральское, Сибирское и Дальневосточное);
- входящие в них научные центры отделений;
- региональные научные центры центрального подчинения.

Обязательным условием является обязательное приписывание в семантике картографических объектов, соответствующих различным элементам структуры РАН, названий, полностью соответствующих названиям в БД ИТСМ. Именно

по названию организации – поставщика данных в ИТСМ осуществляется связь показателей с картой.

При необходимости (например, для осуществления картографической презентации по направлениям наук) особыми знаками можно отобразить ареалы сосредоточения профильных институтов, подчиняющихся отделениям по различным направлениям наук (как правило, отделения по направлениям наук сосредоточены в крупных городах — Москве, Санкт-Петербурге и некоторых других).

Картографическая презентация показателей ИТСМ может производиться также для объектов самых нижних уровней организационной структуры РАН — отдельных институтов (учреждений) и/или их филиалов. Для этой цели в отдельном слое бланковой карты должно быть осуществлено позиционирование каждого из них в соответствии с его принадлежностью к городу его расположения, прописанному в адресной привязке.

Наличие трех ветвей в организационной структуре позволяет строить различные карты, отображающие величину различных показателей по годам и динамику их изменения во времени. Построение карт может осуществляться как отдельно, для различных подразделений РАН, так и консолидированно, для всей совокупности выделяемых пользователем картографических объектов, соответствующих различным элементам структуры РАН, представленным на карте.

С этой целью из данных единой бланковой карты России средствами ГИС (геоинформационной системы) в полуавтоматическом режиме формируются специализированные карты, используемые для отображения результатов проводимого анализа. Пример подобной карты, сформированной для отображения показателей БД ИТСМ применительно к региональным центрам центрального подчинения, представлен на рис. 3. Аналогичные карты могут быть сформированы на региональные отделения РАН, хотя вся работа может осуществляться и по исходной карте России, а для представления результатов осуществлять вырезание нужного ее фрагмента.

Аналогично могут быть сформированы картографические основы, необходимые для построения динамических карт для отделений РАН по направлениям наук. Подобные основы для каждого отделения должны отображать места локализации институтов, подчиняющихся данному отделению. Главным образом подобные институты локализованы в крупных городах.

Прописанное в структуре РАН многоуровневое соподчинение объектов позволяет осуществлять картографическую презентацию показателей ИТСМ в соответствии с географическим положением как каждого из структурных подразделений РАН (например, презентация по пространственной принадлежности региональных отделений РАН), так и по территориальной принадлежности отдельных учреждений РАН (научных центров, институтов и учреждений-филиалов). Аналогично можно проанализировать индикаторы научной деятельности для



Рис. 3 Картографическая основа для презентации данных ИТСМ в части региональных центров РАН

коллективов журналов, научных советов, комитетов и пр., подчиняющихся тому или иному организационно-структурному подразделению РАН либо входящим в определенный субъект Российской Федерации.

Все числовые данные для построения карт состояния и динамики показателей научно-интеллектуальной деятельности поставляются из БД ИТСМ. Как было показано в [1], при создании карт показателей ИТСМ на различные регионы

Name_RUS	DCL_TOTAL	DCL_2003	DCL_2004	DCL_2007	DCL_2008	DCL_2009	DCL_2010
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН	13	0	0	5	7	1	0
АМУРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ДВО РАН	2	0	0	0	2	0	0
КАМЧАТСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ДВО РАН	2	0	0	1	1	0	0
САХАЛИНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ДВО РАН	3	0	0	2	1	0	0
СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ДВО РАН	3	0	0	1	2	0	0
ХАБАРОВСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ДВО РАН	3	0	0	1	1	1	0
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН	57	5	2	23	26	1	0
БУРЯТСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	6	0	0	4	2	0	0
ИРКУТСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	11	0	0	8	3	0	0
КЕМЕРОВСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	1	0	0	0	1	0	0
КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	5	1	1	1	2	0	0
НОВОСИБИРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	19	1	1	7	10	0	0
ОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	1	0	0	0	1	0	0
ТОМСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	3	0	0	0	3	0	0
ТЮМЕНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	4	1	0	1	2	0	0
ЯКУТСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН	7	2	0	2	2	1	0
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РАН	84	76	0	2	6	0	0
КОМИ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УрО РАН	76	76	0				
ПЕРМСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УрО РАН	4	0	0	1	3	0	0
УДМУРТСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УрО РАН	1	0	0	0	1	0	0
ЧЕЛЯБИНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УрО РАН	2	0	0	0	2	0	0
АРХАНГЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УрО РАН							
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УрО РАН	1	0	0	1	0	0	0
Региональные научные центры РАН							
КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР	0	0	0	0	0	0	0
НИЖЕГОРОДСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР	2	0	1	0	1	0	0
ПУШЧИНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР							
САМАРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР	2	0	0	0	1	1	0
САРАТОВСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР	2	0	0	0	2	0	0
ВЛАДИКАВКАЗСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР	2	0	0	0	2	0	0
ДАГЕСТАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР	4	0	0	3	1	0	0

Рис. 4 Фрагмент результата запроса из БД ИТСМ

России это осуществлялось посредством запросов, в которых название региона, сформированное на основе адресной привязки показателей ИТСМ, являлось связующим полем с картой. В нашем случае построения карт применительно к различным подразделениям организационной структуры РАН основным связующим полем в запросах является название института (учреждения) РАН, поставившего данные в ИТСМ. Фрагмент результата типового запроса из БД ИТСМ представлен на рис. 4.

Общим требованием к запросам является:

- наличие связующего поля, по значению которого осуществляется связь БД с территориальными образованиями (объектами) карты;
- наличие одного или нескольких полей со значениями показателей, подлежащих отображению на тематической карте/карте-диаграмме.

Для частного случая разработки это будут, соответственно, поле NAME_RUS с именами подразделений (отделений РАН и научных центров) и несколько полей значений, содержащие, например, данные о количестве заявок за разные годы (поля DCL_2003, DCL_2004 и т. д.), подлежащие отображению на тематических картах. Поля запросов могут содержать также данные об изменении показа-

телей за разные годы, что позволяет создавать карты-диаграммы, отражающие тенденции изменения показателей во времени.

3 Создание картографической презентации информационно-технологической системы мониторинга с использованием ГИС-приложений

Основные методические и технологические приемы, используемые для картографической презентации данных ИТСМ, были рассмотрены в [1] и в применении к созданию карт динамики индикаторов сводятся к созданию дополнительной картографической основы, отображающей пространственное положение объектов организационной структуры РАН.

Автоматизированное построение электронной тематической карты включает в себя два основных этапа:

1. Выборку из БД ИТСМ требуемых тематических показателей (в виде массива, содержащего значения одной или нескольких характеристик для каждого из пространственных объектов). Данный этап может быть реализован стандартными методами запросов из БД (таких как SQL-Server, Access и т. п.). Для обеспечения корректного взаимодействия с БД должно быть предусмотрено согласование значений ключевых полей БД (названий пространственных объектов) с соответствующими именами объектов картографической основы.
2. Формирование тематической карты — отображение тематических показателей на фоне базовой картографической основы (используемой как подложка). Для реализации данного этапа требуются средства, позволяющие автоматизированно наносить и редактировать линии, полигоны, точечные знаки, подписи на растровую или векторную картографическую основу. В зависимости от используемого инструментария и условий дальнейшего использования (внедрения в документы-отчеты) создаваемая тематическая карта должна представляться одним из следующих видов:
 - в стандартных картографических форматах (SXF/RSW, MIF/MID, SHP и т. п.);
 - в векторных форматах общего назначения (DXF, SVG);
 - в виде растрового изображения карты (BMP, TIFF, JPEG, PNG, GIF и т. п.).

Для отображения тематической карты в браузере или для ее внедрения в документ наиболее оптимальным представляется последний вариант.

Исходные данные для формируемых карт запрашиваются непосредственно из БД ИТСМ. В данном случае производится выделение всех объектов, отображающих необходимые для анализа подразделения РАН. Возможно построение карт по всему множеству организационных структур РАН, включая отделения РАН, региональные научные центры и научные центры отделений. В результате каждый выбранный для построения объект организационной структуры, для ко-



Рис. 5 Картограмма с отображением количества заявок, поданных от региональных центров в 2007 г.

тогого нашлась соответствующая запись в БД ИТСМ, отображается цифровым показателем из БД. Так, например, на рис. 5 каждый региональный научный центр РАН отображается соответствующим числовым показателем количества заявок, поданных в 2007 г. Плотность цветовой заливки цифровых показателей отвечает определенной градации, определяемой величиной показателя согласно легенде картодиаграммы.

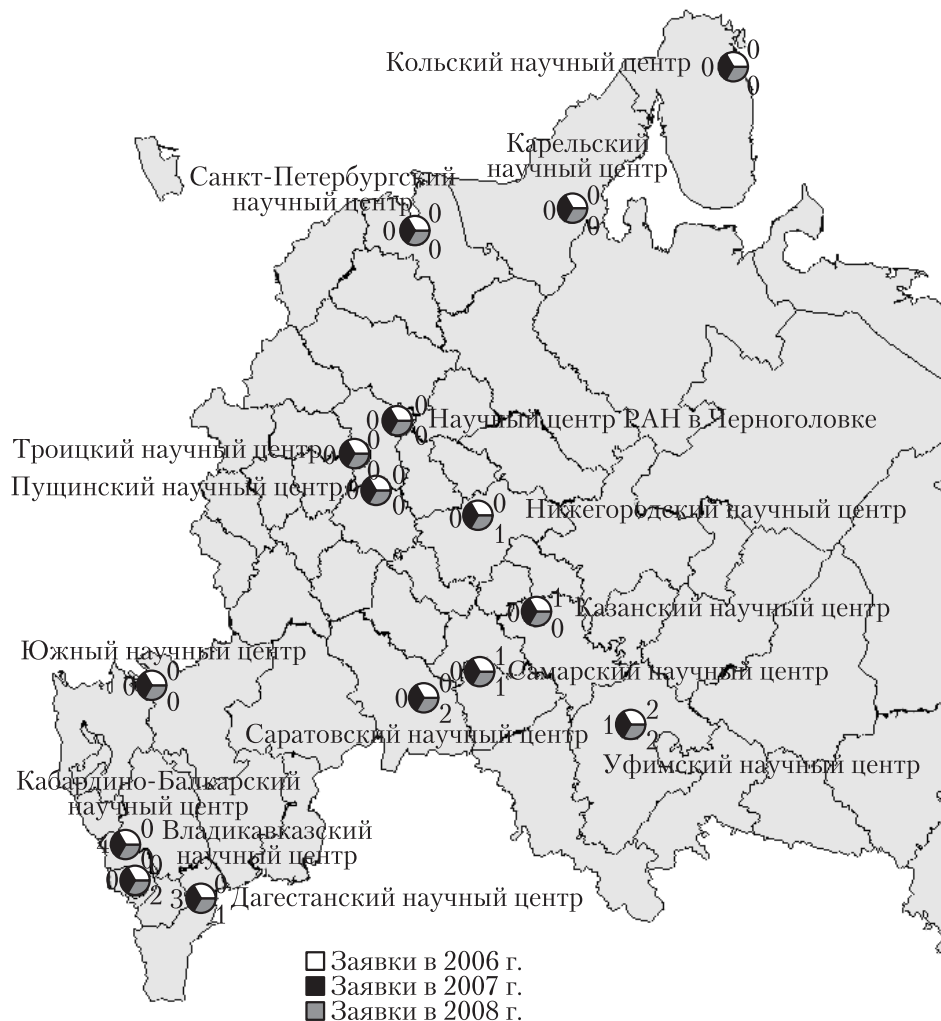


Рис. 6 Секторная картодиаграмма с отображением количества заявок, поданных от региональных центров за несколько лет (2006–2008 гг.)



Рис. 7 Прирост числа заявок в 2008 г. по региональным научным центрам (относительно предыдущего года)

Аналогичным образом могут быть построены картодиаграммы, отображающие для различных объектов структуры РАН прирост показателей (в сравнении с прежними годами). Это позволяет выделить на карте разными цветами благополучные и проблемные научные центры, отобразив цветом разные тенденции изменения показателя во времени (рис. 6–8).

Идентичность названий полей таблиц БД и ключей семантики объектов карты обеспечивает возможность идентификации объекта карты и записи БД (связь таблицы и карты), что позволяет автоматизировать процессы привязки БД к карте



Рис. 8 Прирост числа проектов в 2008 г. по научным центрам Уральского и Сибирского отделений РАН относительно предыдущего года

и обновления объектов карты. Для обеспечения этой возможности необходимо, чтобы названия, например, регионов РФ в семантическом описании объектов исходной картографической основы и в таблицах тематических показателей были абсолютно идентичны.

В качестве источника информации о пространственном расположении анализируемых объектов ИТСМ — организаций — используется их почтовый адрес. Эта информация содержится в БД «Рубрикатора стран, регионов, городов», представляющего собой иерархическую структуру с наименованиями федеральных округов, регионов и городов РФ, а также регионов и городов других стран. Структура рубрикатора может дополняться и уточняться по мере пополнения и уточнения Адресной БД.

В качестве нормативных документов для наименований субъектов в классификаторе была использована статья 65 Конституции РФ, а также ГОСТ 7.67-2003 «Коды для представления названий стран» и аутентичный ему ISO 3166-88, устанавливающие буквенные и цифровые обозначения названий стран в кодированной форме, единые для различных систем обработки информации, ее хранения и обмена. В случае расхождений названий в БД и на карте за истину должно приниматься название в БД (исправления производятся в названии региона на карте).

Перед непосредственным созданием карты следует проанализировать структуры таблиц показателей, которые будут использоваться для создания карты и определить:

- перечень тематических показателей, подлежащих визуализации на карте (названия полей и таблиц этих показателей в БД);
- способ визуализации объектов тематической карты, в том числе цвет, размер, точность численных показателей (количество знаков после запятой), взаимный порядок расположения, а также вид картодиаграммы.

На основе этого выполняется настройка отображения объектов тематической карты (условных знаков, которые будут использованы при создании карты) путем изменения соответствующих атрибутивных описаний. Такая настройка обычно выполняется в интерактивном режиме, однако в условиях автоматизированного создания тематических карт необходимо обеспечение автоматической настройки изображения объектов (их атрибутивных описаний) в зависимости от вида создаваемой карты.

Все объекты, отображаемые на карте, должны быть логически распределены на слои отображения, определяющие приоритетность вывода на экран (чем выше приоритет, тем слой будет выводиться позже, соответственно, в меньшей степени будет перекрываться графикой слоев с более высоким приоритетом, выводимых позже).

Оперативное обновление (ведение) существующей тематической карты подразумевает автоматическое изменение изображений объектов тематической карты при изменении в БД соответствующих им значений. После изменения семантических характеристик объекта его изображение на карте должно изменяться автоматически в соответствии с новым значением. Однако, поскольку в условиях ИТСМ использование тематических карт носит эпизодический характер, в виде статических документов, необходимости в обеспечении оперативного обновления нет.

Варианты реализации способов автоматизированного построения тематических карт:

1. Использование инструментов тематического картографирования, имеющих в составе ряда ГИС, включающих средства построения запросов к внешним БД и отображения их результатов на картографической основе. Примеры такого подхода — инструменты тематического картографирования в ГИС MapPoint и «Панорама» [1]. Необходимость наличия установленного программного обеспечения ГИС, знания и навыки работы с ГИС сильно ограничивают возможности их использования для целей ИТСМ.
2. Противоположным вариантом является создание собственного модуля тематического картографирования исключительно силами разработчика. Однако, если работа по извлечению данных из БД особых сложностей не

вызывает, то самостоятельная разработка модуля для создания карты является весьма непростой задачей, требующей специфических знаний и навыков работы с растровой и векторной графикой.

3. Наиболее приемлемым (по функциональности и сложности реализации) является вариант с внедрением в разрабатываемое приложение (в данном случае в ИТСМ) готовых средств работы с картами (и даже средств построения тематических карт). Такие средства предоставляются в составе того или иного «инструментария разработчика приложений». В качестве примера можно привести:
 - «компонент географического отображения данных» из пакета Crystal Reports, предназначенный для использования в офисных приложениях [4]. Он использует идеологию ГИС «MapInfo», использованную и в ГИС MS MapPoint;
 - «Инструментарий разработчика ГИС-приложений GIS ToolKit» [5], в частности GIS WebToolKit — инструмент для разработки Web-сайтов на платформе ASP.NET в среде .NET Framework 3.5 средствами Microsoft Visual Studio 2008, язык программирования C#. GIS WebServer отображает на карте, снимке данные об объектах БД, имеющих территориальную привязку. В приложении возможно использование различных БД: MS SQL Server, Oracle, MS Access и других. Работа с картами и БД в GIS WebServer выполняется в браузере любого типа: MS Internet Explorer, Mozilla (Firefox), Opera и другие. Изображение карты создается динамически и выводится в Web-браузер в виде png-рисунка (рис. 9).

Их практическому использованию в ИТСМ в настоящий момент препятствуют следующие моменты:

- в имеющемся варианте Crystal Reports «компонент географического отображения данных» недоступен, поскольку требует дополнительного лицензирования; кроме того, все карты, предоставляемые программой Crystal Reports, являются англоязычными (но при этом есть возможность установки соответствий русскоязычных названий городов англоязычным названиям); карты разбиты по континентальному принципу, поэтому нет отдельной карты на территорию Российской Федерации.
- «Инструментарий разработчика ГИС-приложений GIS ToolKit» представляет собой набор компонентов ГИС «Панорама». Лицензируется либо его использование без ограничения распространения (159 000 руб.), либо распространение использующих его приложений с электронным ключом (5100 руб.). Он является средством, специализированным под решение специфических задач ГИС, более трудоемким, проблематичным в плане его интеграции с

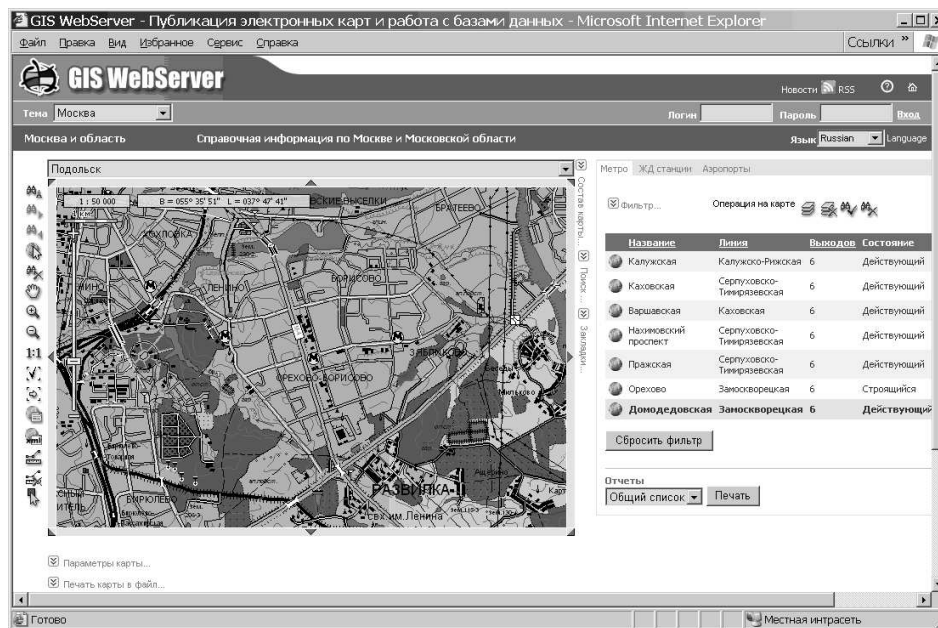


Рис. 9 Выполнение демонстрационного примера GIS WebToolKit — Web-сервер, предназначенный для интерактивного взаимодействия с клиентами

ИТСМ, поэтому его использование для целей ИТСМ представляется менее целесообразным.

4 Заключение

Затронутые в данной работе вопросы представления данных с учетом территориальной и структурной специфики учреждений РАН, а также вопрос отображения динамики показателей и анализа тенденций их изменения во времени становятся актуальны для определенных задач отображения индикаторов, имеющих место в деятельности РАН. Это должно позволить создавать в автоматизированном режиме различные карты динамики показателей для подразделений РАН различного уровня, выявить тенденции их изменения и сопутствующие этому процессы.

Основными проблемами реализации подобной функциональности являются:

- сложная, разветвленная организационная структура РАН;
- значительный разброс значений индикаторов научной деятельности для различных подразделений и учреждений РАН, обусловленный их территориальной спецификой;

- неравномерность в степени заполнения ИТСМ РАН данными (в частности, обеспеченности данными различных территориальных и организационно-структурных образований).

Для практической реализации разработки требуется разработать универсальную модель организационной структуры РАН, допускающей несколько параллельных классификаций, и соответствующую ей систему шаблонов карт для картографического отображения результатов анализа, проводимого по различным подразделениям РАН.

Литература

1. *Никишин Д. А.* Методические и технологические решения для картографического представления индикаторов научной деятельности в информационно-технологической системе мониторинга РАН // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2010. Вып. 20. № 2. С. 100–112.
2. *Лулева Н. В.* Категории информационных ресурсов ИТСМ РАН // Системы и средства информатики. — М.: ИПИ РАН, 2010. Вып. 20. № 2. С. 88–99.
3. Официальный сайт Российской академии наук. Структура РАН. <http://www.ras.ru/>.
4. *Маклаков С. В., Матвеев Д. В.* Анализ данных. Генератор отчетов Crystal Reports. — СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 496 с.
5. GIS Web Tool Kit — инструментарий для разработки Web-приложений. <http://www.gisinfo.ru/products/giswebtoolkit.htm>.

МОДЕЛЬ ИМПАКТ-ФАКТОРА В СИСТЕМЕ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

*Г. В. Лукьянов*¹

Аннотация: Рассмотрен новый показатель результативности деятельности научных организаций, а именно импакт-фактор публикаций работников научной организации в системе «Web of Science» (ИФПР). Доказано, что этот показатель в его новом толковании в лучшем случае сводится к среднему значению традиционного импакт-фактора нескольких журналов, а в худшем — к импакт-фактору одного журнала.

Ключевые слова: импакт-фактор; рецензируемый журнал; оценка деятельности научных организаций; количество публикаций; цитирование; ссылка; публикационная активность

1 Введение

Попытки создать систему оценки деятельности научных организаций предпринимались не раз и в нашей стране, и за рубежом, тем более что показатели ее результативности зародились и сформировались в среде научного сообщества и фактически уже много лет применяются для тех или иных оценок. В частности, количество публикаций в ряде случаев выступает одним из важнейших показателей деятельности ученых. Например, для предъявления диссертации к защите в России действует правило, в соответствии с которым от соискателя ученой степени, наряду с прочим, требуется некоторое минимальное количество публикаций.

В этом смысле не стала неожиданностью и Типовая методика оценки результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения (ТМО), введенная в действие приказом министра образования и науки Российской Федерации от 14.10.2009 № 406 [1].

Конечно, здесь много можно говорить о точности и корректности формулировок, щепетильности выбора конкретных показателей и даже о соотношении их значимости для обобщенной оценки результативности деятельности научных организаций. Однако, если закрыть глаза на все эти «мелочи», то в ТМО все

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, gena-mslu@mail.ru

же появилась до сих пор неизвестная «изюминка», а именно показатель с не совсем ясными предназначением и методикой расчета. Речь в данном случае идет об импакт-факторе публикаций работников научной организации в «Web of Science»¹.

Дальнейшее рассмотрение никак не связано с выбором системы цитирования, а только со смыслом самого показателя. Действительно, почему выбрана именно «Web of Science», а не одна из значимых систем цитирования Китая как второй экономики мира, остается вопросом политическим. Значение же показателя — это содержательный вопрос, т. е. поддающийся научному изучению.

2 Методика расчета импакт-фактора

Как известно, импакт-фактор в его оригинальной разработке применяется для оценки значимости журналов² в произвольном году в сопоставлении с другими из некоторого выбранного круга журналов. Исходно этот показатель был введен Институтом научной информации США³ в 1960-х гг., он вычисляется следующим образом:

$$I_n^i = \frac{C_{n-(1,2)}^i}{B_{n-(1,2)}^i}, \quad (1)$$

где I_n^i — импакт-фактор i -го журнала в n -м году; $C_{n-(1,2)}^i$ — число цитирований в течение n -го года в выбранном круге журналов статей, опубликованных в i -м журнале в $(n-1)$ -м и $(n-2)$ -м годах; $B_{n-(1,2)}^i$ — число статей, опубликованных в i -м журнале в $(n-1)$ -м и $(n-2)$ -м годах.

Например, для вычисления импакт-фактора журнала «Scientometrics»⁴ в 2009 г. подсчитывают число цитирований в 2009 г. во всех журналах системы «Web of Science» статей, опубликованных в журнале «Scientometrics» в 2007 и 2008 гг. и полученное значение делят на количество статей, опубликованных в журнале «Scientometrics» в 2007 и 2008 гг. В результате получается число

¹Web of Science — информационный ресурс в Интернете, предоставляемый компанией Thomson Scientific, который включает в том числе и сведения об импакт-факторах примерно 8600 журналов, издаваемых во всем мире.

²Именно журналов, и никак иначе этот термин не воспринимался вплоть до появления ТМО.

³Institute for Scientific Information — коммерческая организация, образованная в 1960 г. Юджином Гарфилдом на основе созданной ранее компании Eugene Garfield Associates Inc. В 1992 г. Институт приобретен корпорацией Thomson и ныне называется Thomson Scientific. Занимается составлением библиографических баз данных научных публикаций, их индексированием и определением индекса цитируемости, импакт-фактора и других статистических показателей научных работ.

⁴Журнал в области наукометрии, выпускается непрерывно с 1978 г. В настоящее время издается совместно Akadémiai Kiadó и Springer Science + Business Media (ISSN 0138-9130).

2,17 [2], которое означает, что в среднем на каждую статью журнала «*Scientometrics*» в 2007 г. приходится 2,17 ссылки во всех журналах, учитываемых в системе «*Web of Science*».

Эта оценка отдаленно напоминает среднюю температуру по больнице, так как в журнале с высоким импакт-фактором, например, может оказаться статья, на которую никто не ссылался в искомом году. Тем не менее, автор этой статьи находится в равном «положении» с авторами других статей с точки зрения импакт-фактора. В то же время в другом году число ссылок на эту конкретную статью может значительно превысить этот показатель для других статей с прежним результатом с точки зрения импакт-фактора.

Другая проблема импакт-фактора состоит в том, что традиционно журналы в одной научной области имеют более высокий импакт-фактор по сравнению с журналами из других областей. Эти два обстоятельства могут сформировать крайне ложное представление о ценности журнала. Для сравнения, импакт-фактор российского журнала «Атомная энергия» (*Atomic Energy*) в том же 2009 г. составил 0,062 [3], т. е. в 35 раз меньше, чем у журнала «*Scientometrics*» в 2009 г. Трудно поверить по этим конкретным данным, что значимость журнала «Атомная энергия» в 35 раз ниже, чем «*Scientometrics*».

У импакт-фактора много других недостатков, главный из которых состоит в том, что он не отражает качество исследования, изложенного в той или иной статье. Наиболее понятна его коммерческая составляющая, которая заключается в том, что инвестор научного исследования в той или иной научной области может захотеть сравнить результаты исследователей для оценки перспектив своих инвестиций. Для этого, в частности, и используются объективные численные показатели, такие как импакт-фактор. Поэтому на подобные измерения и существует спрос.

3 Содержание импакт-фактора автора

Можно предположить, что разработчики ТМО, ясно понимая недостатки традиционного содержания и предназначения импакт-фактора, предложили некоторое его существенное улучшение. Здесь, правда, вызывает удивление тот факт, что вместо описания ясной и понятной аналитической функциональной зависимости математическими символами алгоритм вычисления ИФПР приводится в ТМО в виде текста. Такой подход отбрасывает нас в эпоху еще до Франсуа Виета¹, когда все выражения и уравнения описывали именно таким образом.

¹Франсуа Виет (фр. François Viète, seigneur de la Bigotière; 1540–13 февраля 1603) — французский математик, основоположник символической алгебры. По образованию и основной профессии — юрист. Наиболее известна теорема Виета, посвященная соотношению между корнями и коэффициентами уравнения второй степени.

Судя по лаконичным разъяснениям, приведенным в ТМО, ключевым элементом вычисления ИФПР является публикационная активность научного сотрудника в каждом журнале системы «Web of Science» за выбранный год (ПАС), которая подсчитывается следующим образом:

$$A_{j-n}^i = P_{j-n}^i I_n^i, \quad (2)$$

где A_{j-n}^i — ПАС j -го сотрудника в i -м журнале за n -й год; P_{j-n}^i — число публикаций j -го сотрудника в i -м журнале за n -й год; I_n^i — импакт-фактор i -го журнала в n -м году.

Тогда искомым показатель ИФПР, указанный в ТМО, вычисляется следующим образом:

$$\text{ИФПР} = \frac{\sum_{n=t-6}^{t-1} \left[\sum_{j=1}^m \left\{ \sum_{i=1}^v A_{j-n}^i \right\} \right]}{S_{t-6}^{t-1}}, \quad (3)$$

где A_{j-n}^i — ПАС j -го сотрудника в i -м журнале за n -й год, которая вычисляется по формуле (2); v — количество журналов в системе «Web of Science»; m — численность сотрудников в соответствующей научной организации; t — отчетный год, на который проводится оценка результативности деятельности научной организации; S_{t-6}^{t-1} — общее число публикаций сотрудников научной организации в системе «Web of Science» за последние пять лет, начиная с года, предшествующего отчетному моменту времени.

В формализованной канонической форме ИФПР выглядит еще более серьезным и значимым по сравнению с его текстовым описанием. Однако и каноническая форма, и текстовое описание — это все же туман, за которым скрывается сущность ИФПР с учетом конкретных обстоятельств. Принципиальное практическое обстоятельство, которое «скрашивает» витиеватые формулировки, состоит в количестве публикаций одного автора в том или ином журнале за два смежных года. Теоретически этот показатель может принимать произвольные (целые и положительные) значения. Однако выборочная проверка в нескольких журналах в области информатики, проведенная собственными силами, показала, что за период 2007–2009 гг. не нашлось ни одного автора, разместившего более одной статьи в одном и том же журнале системы «Web of Science» за два смежных года.

Таким образом, если предположить, что каждый автор размещает в одном журнале не более одной статьи, то после замены P_{j-n}^i в (2) на «единицу» ПАС j -го сотрудника в i -м журнале за n -й год превращается в банальный импакт-фактор i -го журнала за n -й год и не более того. Произведя необходимую подстановку в (3) и исключая суммирование по сотрудникам, получаем реальное значение ИФПР почти в 100% случаев:

Таблица 1 Варианты расчета ИФПР

№ журнала	Импакт-фактор	Количество статей в каждом журнале						
		1	2	0	0	2	3	5
1	0,5	1	2	0	0	2	3	5
2	1,5	1	2	1	0	1	1	2
3	2,2	1	2	1	1	1	1	1
Всего статей		3	6	2	1	4	5	8
ИФПР		1,4	1,4	1,85	2,2	1,175	1,04	0,96

$$\text{ИФПР} = \frac{\sum_{n=t-6}^{t-1} \left(\sum_{i=1}^v k_n^i I_n^i \right)}{S_{t-6}^{t-1}}, \quad (4)$$

где k_n^i — количество публикаций, размещенных в i -м журнале за n -й год всеми сотрудниками научной организации; v — количество журналов в системе «Web of Science»; t — отчетный год, на который проводится оценка результативности деятельности научной организации; S_{t-6}^{t-1} — общее число публикаций сотрудников научной организации в системе «Web of Science» за последние пять лет, начиная с года, предшествующего отчетному моменту времени.

Что же означает такой многообещающий, на первый взгляд, показатель? Ровным счетом ничего, по крайней мере, что касается сформулированного в ТМО ИФПР. В результате получается среднее значение традиционного импакт-фактора нескольких журналов, т. е. сумма импакт-факторов нескольких журналов, поделенная на количество статей, размещенных в этих журналах. Например, если в каком-то году размещено три статьи в трех журналах (по одной в каждом) с импакт-факторами 0,5, 1,5 и 2,2, то ИФПР равен 1,4, как это представлено в табл. 1.

Здесь «всплывают» и другие «родовые пятна» традиционного импакт-фактора, связанные с неоднородной популярностью разных журналов независимо от года наблюдения. Большинство научных организаций РАН узко профилированы, и трудно представить, что сотрудники института, занимающегося проблемами ядерной энергетики, будут размещать свои публикации в журналах, посвященных маркшейдерскому делу или проблемам инерциальной навигации. Фактически это обстоятельство сводит ИФПР к среднему значению импакт-фактора того или иного журнала за пять лет.

Из расчетов, приведенных в табл. 1, видна абсурдность нового показателя. В столбцах, выделенных заливкой, видно, что наибольшее значение ИФПР достигается при минимальном количестве статей (одной), а наименьшее — при наибольшем количестве статей (восьми). Конечно, «мал золотник, да дорог», но ведь

импакт-фактор, как известно, никак не определяет ценность статьи и изложенного в ней исследования.

Трудно понять, что имели в виду разработчики этого показателя и как они хотят его применять к категорированию научных организаций, особенно при отнесении их к третьей категории, предусматривающей такие серьезные меры, как ликвидация или смена руководителя.

4 Заключение

Ошибки в учебниках опасны тем, что ученик воспринимает все написанное в учебнике как абсолютную истину и успевает наделать много ошибок, пока реалии практической деятельности не откроют ему глаза на недоработки, заложенные в учебник его авторами. Поэтому приходится соглашаться с необходимостью длительных проверок и экспертиз перед тем как учебник включают в учебный процесс. В противном случае велика опасность того, что в учебный материал попадут ошибки. Правда, даже в этом случае сохраняется возможность исправить возникшие ошибки, если на этапе обучения их заметит квалифицированный преподаватель.

Ошибки в нормативно-законодательном регулировании нашей жизни еще страшнее, так как у исполнителей остается только два выбора: один — это повторять навязанные ошибки, а второй — нарушать законы, нормы и правила. Что касается ИФПР, то наиболее целесообразно исключить его из перечня показателей для оценки результативности деятельности научных организаций.

Литература

1. Типовая методика оценки результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения (ТМО), введенная в действие приказом Министра образования и науки Российской Федерации от 14.10.2009 № 406.
2. Science Watch. http://sciencewatch.com/dr/sci/10/aug15-10_1/.
3. Импакт-факторы некоторых российских журналов в 2009 году. <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/General/if-2009rus.html>.

О НЕОБХОДИМОСТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕДИНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

*И. Гуревич*¹

Аннотация: Чтобы создать «науку об информации», необходимо использовать единое, унифицированное, однозначное определение понятия информации. Около 10 млрд лет во Вселенной не было жизни. Информация существовала только в форме физических и химических неоднородностей (элементарных частиц, атомов, молекул. . .), которые обладали информационными свойствами первого порядка, в частности они содержали определенный объем информации. Ее существование не зависело от наличия наблюдателя. Наблюдатель появился несколько миллиардов лет назад и придал информации новые свойства (информационные свойства второго порядка).

Ключевые слова: информатика; наука об информации (информатика); физическая информатика

1 Наука об информации

Д. Дусет (*D. Doucette*) в работе [1] определил понятие «наука об информации»: «При создании новой развивающейся информационной дисциплины должно быть некоторое начальное понимание того, что информация является частью всех элементов, систем, условий и, следовательно, также неотъемлемой частью других отдельных дисциплин и наук. При изучении информации явлений необходимо выйти за рамки ограничений по использованию и восприятию человеком информации или даже ограничений на использование информации живыми организмами.

Предполагается, что информация является непрерывным развивающимся процессом, который существует в простых и сложных формах на каждом этапе развития науки во всех областях и научных дисциплинах как значительная часть всего, что существует. Информация — это спусковой механизм, основа и питательное вещество не только для информационной деятельности, но и всех физических, биологических элементов, систем и видов деятельности».

Необходимо отметить, что в Советском Союзе и России понятию «наука об информации» наилучшим образом соответствовало и соответствует понятие «информатика».

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, ООО «ГЕТНЕТ Консалтинг», iggurevich@gmail.com

2 Определение понятия «информация»

Для создания единой «науки об информации» необходимо использовать единое, унифицированное, однозначное определение понятия «информация».

Если в разных предметных областях использовать разные определения информации, то оценки информационных характеристик будут несравнимы, несопоставимы.

В качестве контрпримера можно привести единое, унифицированное, однозначное определение понятия множества, которое успешно используется во всех известных автору предметных областях.

Такое определение понятия «информация» предложено автором в 1989 г. [2]: **информация — это устойчивая определенное время неоднородность**. Приведенное определение информации основывается на следующих понятиях:

- неоднородность;
- устойчивая неоднородность;
- устойчивая определенное время неоднородность.

Устойчивость неоднородности — сохранение неоднородности, ее структуры, характеристик.

Время устойчивости неоднородности — время существования (жизни) неоднородности, время сохранения неоднородности, ее структуры, характеристик.

Мерой степени неоднородности или информации является информационная энтропия Шеннона [3] и другие характеристики информации (информационная дивергенция, совместная информационная энтропия, информация связи, дифференциальная информационная емкость [3–12]). Предлагаемое определение информации и информационная энтропия Шеннона, а также другие информационные характеристики дают возможность описать информацию (неоднородность) любой природы.

Используя данное автором определение информации и следуя Д. С. Чернавскому [13], можно дать классификацию различных типов информации (неоднородностей) по критерию «время существования». В табл. 1 сведены определения различных типов информации.

Итак, информация — это неоднородность, устойчивая определенное время. Независимо от характера неоднородности — будь то буквы, слова, фразы, или элементарные частицы, атомы, молекулы, или люди, группы, общества и т. п.

Дадим определения однородности и неоднородности.

Рассмотрим множество M , состоящее из элементов m . Если элементы m одинаковы, тождественны (не отличаются друг от друга), то множество M однородно.

Если среди элементов m есть неодинаковые (нетождественные) (отличающиеся друг от друга), то множество M неоднородно.

Таблица 1 Определения различных типов информации

Тип информации	Время существования неоднородности	Тип неоднородности
Классическая информация	Время существования неоднородности бесконечно $t_n = \infty$	Абсолютно устойчивая неоднородность
Макроинформация (по Чернавскому)	Время существования неоднородности не меньше времени существования системы $t_n \geq t_s$	Существенно устойчивая неоднородность
Информация	Время существования неоднородности меньше времени существования системы, но больше времени протекания процессов в системе, оценки, времени измерения характеристик неоднородности $t_{n1} \leq t_n \leq t_s$	Устойчивая неоднородность
Микроинформация (по Чернавскому)	Время существования неоднородности меньше времени протекания процессов в системе, времени измерения характеристик неоднородности $t_n < t_{n1}$	Неустойчивая неоднородность

Примечания: t_n — время существования неоднородности; t_s — время существования системы; t_{n1} — время оценки, измерения неоднородности.

Рассмотрим множество M , состоящее из элементов m , определяемых параметрами a . Если параметры a для всех элементов m одинаковы, тождественны (не отличаются друг от друга), то множество M однородно.

Если среди параметров a элементов m есть неравные (нетождественные) (отличающиеся друг от друга), то множество M неоднородно.

Под множеством, как обычно, понимается набор, совокупность, собрание каких-либо объектов, называемых его элементами и обладающих общими для всех них характеристичными свойствами. В конце XIX в. Георг Кантор определил множество как «единое имя для совокупности всех объектов, обладающих данным свойством». Эти объекты называются элементами множества. Множество объектов, обладающих свойством $A(x)$, обозначается $\{x|A(x)\}$. Если есть некое множество $Y = \{x|A(x)\}$, то $A(x)$ называется характеристическим свойством множества Y [14].

Примечание 1. В 1968 г. А. Д. Урсул [15], основываясь на философских соображениях, дал определение информации, близкое к определению автора. Последний узнал об этом недавно (в конце 2010 г.), когда прочитал второе издание книги. Далее приводятся ссылки на второе издание книги [16]:

«Во-первых, информация связана с разнообразием, различием, во-вторых, с отражением. В соответствии с этим ее можно определить в самом общем случае как отраженное разнообразие. Информация — это разнообразие, которое один объект содержит о дру-

гом объекте (в процессе их взаимодействия). . . Но информация может рассматриваться и как разнообразие, которое является как бы результатом отражения объектом самого себя, т. е. самоотражения. . . Информация выражает свойство материи, которое является всеобщим. . . Понятие информации отражает как объективно-реальное, не зависящее от субъекта свойство объектов неживой и живой природы, общества, так и свойства познания, мышления. . . Информация, таким образом, присуща как материальному, так и идеальному. Она применима и к характеристике материи, и к характеристике сознания. Если объективная информация может считаться свойством материи, то идеальная, субъективная информация есть отражение объективной, материальной информации» [16, с. 228–229].

«В. М. Глушков в ряде работ характеризует информацию как меру неоднородности в распределении энергии (или вещества) в пространстве и во времени. . . Информация существует постольку, поскольку существуют материальные тела и, следовательно, созданные ими неоднородности» [16, с. 67].

«Неоднородность — это иное выражение, вид разнообразия» [16, с. 68].

«Методами теории информации будут изучаться свойства пространства и времени, чем до сих пор занимались в основном физические теории (например, специальная и общая теории относительности А. Эйнштейна). Итак, физика и теория информации взаимно проникают друг в друга, что в общем ведет к созданию двух основных синтетических дисциплин — особой прикладной теории информации (а скорее всего, ряда его ветвей — термодинамической, квантовой) и информационной физики» [16, с. 92–93].

Таким образом, А. Д. Урсул является идейным предшественником, единомышленником автора и провозвестником новой научной дисциплины — «физическая информатика».

Примечание 2. Флуктуации — случайные отклонения от среднего значения физических величин, характеризующих систему из большого числа частиц; вызываются тепловым движением частиц или квантово-механическими эффектами; не являются устойчивыми определенное время, и поэтому в стационарных системах не несут макроинформации. В нестационарных системах (например, во Вселенной) флуктуации могут порождать макроинформацию.

Примечание 3. Следует отметить, что предложенное автором определение информации характеризуется не только общностью, но и простотой. Оно использует только одно из самых общих математических понятий — понятие множества.

Примечание 4. С понятием информации связано понятие носителя информации. Носитель информации — это физическая система, объект, содержащий неоднородность.

Неоднородности (естественные или созданные человеком) могут использоваться как для хранения, так и для передачи информации. Среди физических объектов для хранения информации предпочтительно использовать фермионы, для передачи информации предпочтительно использовать бозоны.

3 Информационные свойства первого порядка

Информация (неоднородность) — это объективная реальность. Ее существование не зависит от наличия наблюдателя. Неоднородности (элементарные

частицы, атомы, молекулы. . .) обладают определенными информационными характеристиками, свойствами (первого порядка).

Основными информационными характеристиками неоднородностей (физических систем) первого порядка являются: информационная дивергенция, неопределенность (информация) наблюдаемых состояний; совместная информационная энтропия, характеризующая унитарные преобразования; информация связи взаимодействующих систем; дифференциальная информационная емкость материи. В частности, все без исключения физические неоднородности содержат определенный объем информации.

4 Информационные свойства второго порядка

Наличие наблюдателя [17] может придать информации (неоднородности) новые свойства (второго порядка) — восприятие, память, формирование (создание), сознание, мышление, воображение, разум, интеллект, знания, познание, представление, содержание, смысл, ценность. . .

Наблюдатель:

- воспринимает, фиксирует, запоминает информацию (неоднородности);
- формирует систему эталонов (понятий), описывающих информацию (неоднородности);
- воспринимает информацию (неоднородности) в рамках сформированной системы эталонов (понятий);
- формирует язык описания информации (неоднородностей);
- описывает информацию (неоднородности);
- классифицирует информацию (неоднородности);
- формирует (создает) новую информацию (неоднородности).

Наблюдатель может не заметить или проигнорировать наличие информации (неоднородности).

Он может сделать информацию актуальной (в рамках своих возможностей).

При работе с информацией (неоднородностями) формируется разум, интеллект наблюдателя.

Уровень разума, интеллекта наблюдателя определяется объемом обрабатываемой (хранимой) им информации и производительностью (скоростью) работы с информацией.

Над информационными свойствами первого и второго порядка наблюдатель формирует иерархию информационных свойств следующих порядков.

По мере формирования наблюдателем информационных свойств второго порядка сам наблюдатель изменяется (совершенствуется).

В статье [18] описаны некоторые возможные схемы построения информационных свойств второго порядка на основе информационных свойств первого порядка.

5 Информационные свойства первого порядка определяют фундаментальные ограничения на информационные свойства второго порядка

Информационные свойства первого порядка определяют фундаментальные ограничения на информационные свойства второго порядка: ограничения на размер памяти и производительность информационных систем, восприятие наблюдателем природных (физических, химических и биологических) систем.

Оценки объема информации в атомах, азотистых основаниях, аминокислотах, дифференциальная информационная емкость обычного вещества определяют фундаментальные ограничения на информационную емкость устройств хранения данных [11, 12].

Объем информации в атоме водорода и структура и разность энергий или энергии активации базисных состояний атома водорода, рассматриваемого как кубит, накладывают фундаментальные ограничения на память и быстродействие вычислительных устройств.

Ограничения 10^{28} бит/кг, $1,5 \cdot 10^{12}$ оп./с можно добавить в ряд фундаментальных природных ограничений, таких как скорость света, элементарный заряд, планковское время и др.

Ограничения на наблюдения и восприятие [17].

Можно привести следующие основные утверждения: количество деталей информации об объекте, которые можно найти в окружающей его среде, конечно. Это количество зависит от поверхности, ограничивающей объект, а не от его объема. Объемно распределенный объект не может быть описан только на основе его влияния на окружающую среду. Описание объекта, которое может быть достигнуто, соответствует проекции внутренней неоднородности на ограничивающую поверхность. Эти четыре вывода устанавливают фундаментальные пределы наблюдения, которые не привязаны к специфической чувствительности органов животного или человека. Они ограничивают различия, которые могут быть найдены в окружающей среде, и определяют максимальный объем информации, который может быть получен об объекте, вызвавшем эти различия.

6 Множество систематических определений информации

Имеется и другая точка зрения. «Поскольку понятие информации столь сложно, нам, вероятно, придется иметь ряд систематических определений информации: онтологическая информация, эпистемологическая информация и т. д. —

вместо того чтобы искать только одно единственное определение информации» [19].

С данной точкой зрения невозможно согласиться. Если использовать различные определения информации, то будут получаться оценки, результаты, которые нельзя сравнивать, невозможно обобщать.

7 Законы развития (эволюции) Вселенной

Дать единое определение понятия информации можно, рассматривая развитие Вселенной, Земли и жизни. Согласно современным представлениям, отраженным в мировой литературе, например в [19–22], наблюдаемая сегодня Вселенная возникла $13,7 \pm 0,13$ млрд лет назад из некоторого начального сингулярного состояния с огромной температурой и плотностью и с тех пор непрерывно расширяется и охлаждается (обозначим указанный начальный момент на оси времени через T_0).

Хронология Вселенной, Земли и жизни насчитывает $13,7 \pm 0,13$ млрд лет со следующими (необходимыми для обоснования единого определения информации и уточняемыми по мере развития науки) датами:

$T_0 + 10^{-6}$ с — адронная эпоха (слияние кварков в адроны).

$T_0 + 10^{-4}$ с — лептонная эпоха (лептоны и фотоны, электроны и нейтрино со своими античастицами, а также протоны и нейтроны).

$T_0 + 200$ с — начинается синтез дейтерия, гелия и лития. Температура падает до значений, при которых нуклеосинтез более невозможен, и химический состав вещества остается неизменным до рождения первых звезд.

От $T_0 + 200$ с до времени 4,6 млрд лет тому назад — происходит формирование крупномасштабной структуры Вселенной.

Формирование Солнечной системы началось около 4,6 млрд лет назад с гравитационного коллапса небольшой части гигантского межзвездного молекулярного облака. Большая часть вещества оказалась в гравитационном центре коллапса с последующим образованием звезды — Солнца.

Хронология Земли насчитывает 4,5 млрд лет со следующими (очень приближенными) этапами:

- 3,8 млрд лет назад появились первые доядерные организмы (прокариоты);
- 3 млрд лет назад появились первые организмы, способные к фотосинтезу;
- 2 млрд лет назад появились первые клетки, имеющие ядро (эукариоты);
- 1 млрд лет назад появились первые многоклеточные организмы;
- 570 млн лет назад появились членистоногие (предки насекомых, паукообразных и ракообразных);
- 500 млн лет назад появились рыбы и протоамфибии;
- 475 млн лет назад появились наземные растения;

- 400 млн лет назад появились насекомые и семена;
- 360 млн лет назад появились первые земноводные;
- 300 млн лет назад появились первые пресмыкающиеся (рептилии);
- 200 млн лет назад появились первые млекопитающие;
- 150 млн лет назад появились первые птицы;
- 130 млн лет назад появились первые цветковые растения;
- 2,5 млн лет назад появился род *Номо*;
- 200 тыс. лет назад люди в результате антропогенеза обрели современный вид.

Таким образом, около 10 млрд лет во Вселенной не было жизни. Информация существовала только в форме физических неоднородностей. Ее существование не зависело от наличия наблюдателя. Неоднородности (элементарные частицы, атомы, молекулы. . .) имели определенные информационные (и физические)

Таблица 2 Время, события в жизни Вселенной и информационные свойства второго порядка

Время	Этапы эволюции Вселенной	Информационные свойства второго порядка
Информация существует только в форме физических неоднородностей		
$T_0 = 13,7$ млрд лет назад $T_0 + 10^{-6}$ с	Большой взрыв Адронная эра (слияние кварков в адроны)	Отсутствовали Отсутствовали
$T_0 + 10^{-4}$ с	Лептонная эра (лептоны и фотоны, электроны и нейтрино со своими античастицами, а также протоны и нейтроны)	Отсутствовали
$T_0 + 200$ с	Начинается синтез дейтерия, гелия и лития. Температура падает до значений, при которых нуклеосинтез более невозможен, и химический состав вещества остается неизменным до рождения первых звезд	Отсутствовали
Информация существует только в форме физических и химических неоднородностей		
От $T_0 + 200$ с до времени 4,6 млрд лет тому назад	Происходит формирование крупномасштабной структуры Вселенной	Отсутствовали
4,6 млрд лет назад	Началось формирование Солнечной системы	Отсутствовали
4,5 млрд лет назад	Сформировалась Земля	Отсутствовали

Продолжение табл. 2 на с. 202

Таблица 2 (продолжение) Время, события в жизни Вселенной и информационные свойства второго порядка

Время	Этапы эволюции Вселенной	Информационные свойства второго порядка
Информация существует в форме физических, химических и биологических неоднородностей		
3,8 млрд лет назад	Началось формирование жизни. Появились первые доядерные организмы (прокариоты)	Восприятие
2 млрд лет назад	Появились первые клетки, имеющие ядро (эукариоты)	Восприятие
1 млрд лет назад	Появились первые многоклеточные организмы	Восприятие, память, формирование (создание) информации
500 млн лет назад	Появились рыбы и протоамфибии	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление
475 млн лет назад	Появились наземные растения	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление
400 млн лет назад	Появились насекомые и семена	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление
360 млн лет назад	Появились первые земноводные	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление
300 млн лет назад	Появились первые пресмыкающиеся (рептилии)	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление
200 млн лет назад	Появились первые млекопитающие	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление
150 млн лет назад	Появились первые птицы	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление
2,5 млн лет назад	Появился род Номо	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление, воображение, ум, интеллект, знание, познание, представление, содержание, значение, ценность. . .

Окончание табл. 2 на с. 203

Таблица 2 (окончание) Время, события в жизни Вселенной и информационные свойства второго порядка

Время	Этапы эволюции Вселенной	Информационные свойства второго порядка
Информация существует в форме физических, химических, биологических, социально-экономических, лингвистических неоднородностей		
200 тыс. лет назад	Люди в результате антропогенеза обрели современный вид	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление, воображение, ум, интеллект, знание, познание, представление, содержание, значение, ценность. . .
Несколько тысяч лет назад	Сформировалась наука	Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление, воображение, ум, интеллект, знание, познание, представление, содержание, значение, ценность. . .
Информация существует в форме физических, химических, биологических, социально-экономических, лингвистических, технических неоднородностей		
В настоящее время		Восприятие, память, формирование (создание) информации, сознание, мышление, воображение, ум, интеллект, знание, познание, представление, содержание, значение, ценность. . . Наблюдатель формирует свойства следующих уровней иерархии

характеристики, обладали определенными информационными свойствами (первого порядка), в частности они содержали определенный объем информации. Взаимодействие неоднородностей приводило к изменению их информационных характеристик.

Наблюдатель (жизнь) появился (очень приблизительно) несколько миллиардов лет назад и придал информации (неоднородностям) новые свойства (информационные свойства второго порядка) — восприятие (3,8 млрд лет назад), память, формирование (создание) информации, сознание, мышление (200 млн лет назад), воображение, ум, интеллект, знание, познание, представление, содержание, смысл, значение (несколько миллионов лет назад). . .

В табл. 2 приведены время, события в жизни Вселенной и информационные свойства второго порядка. Информационные свойства первого порядка везде одни и те же: информационная дивергенция, информационная энтропия, информация связи, дифференциальная информационная емкость.

Информационные свойства второго порядка, которые сформировались в период с 3,8 до 1,0 млрд лет назад (в период возникновения жизни, появления первых неядерных организмов (прокариотов), первых клеток с ядром (эукариотов) должны быть уточнены по мере развития биологии Вселенной.

8 Некоторые классы однородностей и неоднородностей

Перечислим некоторые классы однородностей и неоднородностей [10]:

- естественные (природные):
 - неорганические, в том числе физические;
 - биологические;
 - экологические;
 - другие;
- искусственные:
 - материальные;
 - абстрактные (идеальные);
 - абстрактно-материальные;
- смешанные:
 - социотехнологические;
 - организационно-технические;
 - социально-экономические;
 - другие.

Приведем примеры.

Физические однородности:

- пространство;
- время;
- вакуум.

Иерархия физических неоднородностей:

- калибровочные поля;
- фундаментальные частицы;
- элементарные частицы;
- атомы;
- молекулы;
- плазма;
- газы;

- жидкости;
- твердые тела (кристаллы);
- звезды;
- галактики;
- Вселенная.

Иерархия геологических неоднородностей:

- земля;
- ядро;
- мантия;
- земная кора;
- платформы;
- океаны и моря;
- материки;
- горы;
- равнины;
- впадины;
- горные породы;
- минералы.

Лингвистические однородности:

- текст из пробелов, одинаковых символов.

Иерархия лингвистических неоднородностей:

- буквы;
- слова;
- предложения;
- тексты;
- книги;
- библиотеки.

Технические однородности как фон, сцена:

- элементы одного типа.

Иерархии технических неоднородностей:

- элемент;
- связь;
- подсистема;
- система:

- модуль;
- блок;
- устройство;
- изделие;
- комплекс;
- сеть;

- модуль;
- блок;
- подпрограмма;
- программа;
- комплекс;
- сеть.

Биологические однородности:

- хромосомы в клетках одного организма.

Иерархии биологических неоднородностей:

- аминокислота;
- белок:
 - нуклеотиды;
 - ДНК;
 - РНК;
- клетка;
- одноклеточный организм;
- вирус;
- бактерия;
- многоклеточный организм;
- популяция.

Социально-экономические однородности:

- деньги.

Иерархия социально-экономических неоднородностей:

- индивид;
- семья;
- группа;
- нация;
- производственная единица;

- отрасль;
- народное хозяйство;
- страна;
- цивилизация.

Каждый уровень иерархии неоднородностей произвольного типа содержит различные элементы x_i . На каждом уровне иерархии неоднородностей можно определить вероятность p_i реализации каждого элемента x_i (в дискретном случае) и функцию распределения $F(x)$ и плотность распределения $p(x)$ элементов x (в непрерывном случае).

9 Физическая информатика

Новой синтетической дисциплине, объединяющей физику и теорию информации, было дано название «физическая информатика». Перечислим основные вопросы физической информатики, поставленные и частично исследованные автором:

- информационные методы исследования физических систем. Законы информатики;
- оценки информационной энтропии, дивергенции, совместной информационной энтропии, информации связи, дифференциальной информационной емкости физических, химических и биологических систем;
- оценки объема информации в физических, химических и биологических системах (фундаментальные и элементарные частицы, атомы, молекулы, газы, жидкости, твердые тела, звезды, черные дыры,.. РНК, ДНК, клетки, вирусы, микроорганизмы,.. человек, Вселенная);
- физические законы и свойства природы как следствие законов информатики;
- характеристики и свойства информационного взаимодействия физических систем;
- информационные ограничения на формирование, развитие, взаимопревращение фундаментальных и элементарных частиц, атомов, молекул, газов, жидкостей, твердых тел, звезд, черных дыр,.. РНК, ДНК, клеток, вирусов, микроорганизмов и др.;
- основные ограничения на объем памяти и производительности информационных систем;
- оценка объема информации, которая определяет возможность создания и развития Вселенной. Оценка массы начальных неоднородностей Вселенной;
- расширение Вселенной — причина и источник информации во Вселенной (структура Вселенной, космологические объекты, в том числе звездные системы, цивилизации, ум, разум, знание, познание);

- модели и методы управления Вселенной. Управление развитием Вселенной изнутри. Необходимость внешнего управления для расширения, развития Вселенной;
- необходимость классических объектов, классической логики, классической информации для существования и понимания Вселенной;
- жизнь как эффективный способ формирования классической информации во Вселенной;
- информационные характеристики цивилизаций во Вселенной. Возможное влияние цивилизации на расширение, развитие Вселенной. Познание цивилизации Вселенной;
- характеристики минимального субъекта познания;
- методы и инструменты для компактного представления знаний. Методы и средства сохранения накопленных знаний цивилизации;
- информационные основы теории квантовой гравитации, «теории всего».

10 Заключение

Для создания единой «науки об информации» (информатики) необходимо использовать единое, унифицированное, однозначное определение понятия «информация».

Информация — это неоднородность любой природы, устойчивая определенное время. Обоснование этого единого определения информации может быть основано на законах развития (эволюции) Вселенной.

Около 10 млрд лет во Вселенной не было жизни. Информация существовала только в форме физических и химических неоднородностей. Ее существование не зависело от наличия наблюдателя. Неоднородности (элементарные частицы, атомы, молекулы. . .) обладали определенными информационными (и физическими) характеристиками, свойствами (информационными свойствами первого порядка), в частности они содержали определенный объем информации. Взаимодействие неоднородностей приводило к изменению их информационных характеристик.

Около 3,8 млрд лет назад появилась информация (биологические неоднородности) как продукт жизни, информация, обладающая информационными свойствами второго порядка (восприятие — 3,8 млрд лет назад; память, формирование (создание) информации, сознание, мышление — 200 млн лет назад; воображение, ум, интеллект, знание, познание, представление, содержание, значение, ценность. . . — несколько миллионов лет назад).

В настоящее время наблюдатель формирует информационные свойства следующих уровней иерархии.

Новой синтетической дисциплине, объединяющей физику и теорию информации, дано название «физическая информатика».

Используя приведенные в статье определение информации, свойства информации, можно создать науку об информации (информатику) как развивающуюся уникальную дисциплину, научную дисциплину, включающую и обобщающую частные дисциплины от библиотечного дела до физической информатики.

Автор благодарит профессора К. Колина за интерес к работе и поддержку, а также Хосе Марию Диаса Нафрию (*Jose Maria Diaz Nafria*) и членов Научно-консультативного совета за предоставленную возможность для международного сотрудничества в рамках *Domus BITae* и за помощь.

Литература

1. *Doucette D.* Challenges for those constructing a science of information as an evolving unique discipline // Towards a New Science of Information: 4th Conference (International) on the Foundations of Information Science (FIS 2010). — Beijing, China, 2010.
2. *Гуревич И. М.* Законы информатики — основа исследований и проектирования сложных систем связи и управления: Методическое пособие. — М.: Экос, 1989. 60 с.
3. *Shannon C. E.* A mathematical theory of communication // Bell System Technical J., 1948. Vol. 27. P. 379–423, 623–656.
4. *Кульбах С.* Теория информации и статистика. — М.: Наука, 1967. С. 33.
5. *Стратонович Р. Л.* Теория информации. — М.: Советское радио, 1975.
6. *Чисар И., Кернер Я.* Теория информации. — М.: Мир, 1985. С. 27.
7. *Гуревич И. М.* Законы информатики — основа строения и познания сложных систем. — 2-е изд., уточн. и доп. — М.: ГОРУС ПРЕСС, 2007. 400 с.
8. *Гуревич И. М.* Информационные характеристики физических систем. — М.: 11-й формат, 2009. 170 с.
9. *Гуревич И. М.* Информационные характеристики физических систем. — 2-е изд., уточн. и доп. — Севастополь: Кипарис, 2009. 260 с.
10. *Гуревич И. М.* Информация как универсальная неоднородность // Информационные технологии, 2010. № 4. С. 66–74.
11. *Гуревич И. М.* Фундаментальные ограничения на информационные характеристики систем // Мехатроника, автоматизация, управление (МАУ-2010): 7-я науч.-технич. конф.: Мат-лы 3-й Российской мультikonференции по проблемам управления (Санкт-Петербург, 12–14 октября 2010 г.). — СПб.: Электроприбор, 2010. С. 144–147.
12. *Гуревич И. М.* Фундаментальные ограничения на информационную емкость устройств хранения данных // Системы и средства информатики. Вып. 20. № 2. Методы и технологии, применяемые в научных исследованиях информатики. — М.: ИПИ РАН, 2010. С. 240–253.
13. *Чернавский Д. С.* Синергетика и информация. — М.: Наука, 2001.
14. *Cantor G.* Gesammelte Abhandlungen und philosophischen Inhalts / Hrsg. von E. Zermelo. — В.: Verlag von Julius Springer, 1932. 486 S.

15. Урсул А. Д. Природа информации: Философский очерк. — М.: Политиздат, 1968. 288 с.
16. Урсул А. Д. Природа информации: Философский очерк. — 2-е изд. — Челябинск: ЧГАКИ, 2010. 231 с.
17. *Nafría J. M. D., Pérez-Montoro M.* Is information a sufficient basis for cognition? Part 2. <http://www.sciforum.net/presentation/364>, 2010.
18. *Florio A.* The semantic notion of information in naturalized epistemology and behavior. Institute for Logic, Cognition, Language and Information. University of Basque Country, UPV/EHU, Donostia // Glossarium-BITri. <http://glossarium.bitrum.unileon.es/Home/contenido-intencional/intentional-content>. Приложение от 08.06.2009.
19. Космология. Физика космоса: Маленькая энциклопедия. — М.: Сов. энциклопедия, 1986. С. 101.
20. *Войткевич Г. В.* Возникновение и развитие жизни на Земле. — М.: Наука, 1988.
21. *Новиков И. Д.* Эволюция Вселенной. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Наука, 1990.
22. *Еськов К. Ю.* История Земли и жизни на ней: от хаоса до человека. — М.: ИЦ ЭНАС, 2004. 312 с.

**ОТ СИСТЕМЫ ОБМЕНА ДАННЫМИ
К ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫМ
СЕТЯМ И СИТУАЦИОННЫМ ЦЕНТРАМ**
(к 60-летию заместителя директора ИПИ РАН по научной работе
А. А. Зацаринного)

С. В. Козлов¹, В. Н. Захаров², В. Е. Хохлов³

1 Введение

Александр Алексеевич Зацаринный — доктор технических наук, профессор, лауреат Премии правительства РФ в области науки и техники за 2003 г., известный ученый в области создания информационно-телекоммуникационных систем и методов оценки их эффективности, автор более 200 научных работ. Подготовил 8 кандидатов наук. Имеет огромный опыт научно-исследовательской и организационной работы в области разработки и внедрения автоматизированных информационных и телекоммуникационных систем и комплексов.



А. А. Зацаринный родился 25 апреля 1951 г. в Киеве в семье военнослужащего. В 1968 г. окончил среднюю школу № 45 и поступил в Киевское высшее военное инженерное училище связи им. М. И. Калинина. Первые уроки научно-исследовательской работы получил в военно-научном обществе на кафедре общей теории связи под руководством известного ученого в области теории помехоустойчивости систем связи профессора Н. Л. Теплова. После окончания с золотой медалью училища в 1973 г. молодой инженер электросвязи был направлен для прохождения службы в 16-й Центральный научно-исследовательский испытатель-

¹Институт проблем информатики Российской академии наук, sv_kozlov@mail.ru

²Институт проблем информатики Российской академии наук, vzakharov@ipiran.ru

³Институт проблем информатики Российской академии наук, vkhohlov@ipiran.ru

тельный институт связи Министерства обороны (ЦНИИИ МО) (г. Мытищи Московской области). За 26 лет научно-исследовательской работы в этой ведущей научной организации в области систем и комплексов военной связи прошел путь от младшего научного сотрудника — лейтенанта-инженера до заместителя начальника института по научной работе (1992–1999 гг.) — полковника. В 1984 г. защитил кандидатскую, а в 1996 г. — докторскую диссертацию.

В сентябре 1999 г. указом Президента РФ А. А. Зацаринный назначается начальником управления развития систем связи и автоматизированных систем управления (АСУ) Вооруженных Сил (ВС) (в составе Управления начальника связи (НС) ВС РФ), которым руководил в течение шести лет. В 2000 г. ему присвоено воинское звание генерал-майор, а в 2002 г. — генерал-лейтенант.

После увольнения из армии с января 2006 г. работает заместителем директора по научной работе в Институте проблем информатики Российской академии наук.

Вся трудовая и служебная деятельность А. А. Зацаринного неразрывно связана с научно-исследовательской, научно-организационной и научно-практической работой в области создания систем и комплексов военной связи, а также автоматизированных информационных систем.

2 Основные результаты научно-исследовательской работы в 16 ЦНИИИ МО

В институте А. А. Зацаринный оказался в одном из старейших и наиболее квалифицированных научных коллективов — отделе, который возглавлял известный военный ученый Б. А. Супрун. Этот отдел в 1950-е гг. стоял у истоков создания первых военных комплексов передачи данных, а в 1960-е осуществлял исследования в области создания современных автоматизированных узлов связи на стационарных объектах. Одним из приоритетных направлений исследований этого коллектива с начала 1970-х гг. стали вопросы создания системы обмена данными (СОД). Образовалась и активно работала авторитетная научная школа в области систем и комплексов передачи данных (Б. А. Супрун, В. Ю. Гливинский, В. Н. Иванов, В. И. Рыков, В. А. Богатырев, В. В. Гришанов и др.).

А. А. Зацаринный, целеустремленно и последовательно на протяжении многих лет наращивая научные и практические результаты в области систем и комплексов передачи данных, стал продолжателем, а потом и руководителем этой научной школы.

В первые годы работы в институте А. А. Зацаринный активно занимался исследованиями в области методов повышения достоверности при передаче данных по каналам различной физической природы, а также построения различных типов специальных комплексов повышения достоверности. Он разработал модели потоков ошибок в каналах военной связи, ряд методик для оценки характеристик каналов передачи данных (эффективная скорость, время доведения, достоверность передачи данных).

В дальнейшем А. А. Зацаринный активно занимался исследованиями в области создания систем и комплексов обмена данными для АСУ военного назначения, разработал комплекс математических моделей и методик для оценки основных оперативно-технических характеристик СОД (вероятностно-временных и надежностных характеристик, показателей живучести, стоимости). Особое место заняли исследования системотехнических вопросов развития структурного построения системы на основе введения в нее нового структурного компонента — оконечных станций коммутации.

Следует выделить следующие основные результаты, полученные А. А. Зацаринным в ходе научных исследований в части СОД:

1. На основе комплексного системного подхода разработаны принципы построения и функционирования СОД как объединенной системы (ОСОД). Обоснованы принципы совместного функционирования составных частей ОСОД, учитывающие специфические особенности видовых подсистем обмена данными.
2. Разработан комплекс взаимосвязанных методов и методик для оценки вероятностно-временных характеристик (ВВХ) доведения информации на основе комплекса аналитических и имитационных моделей, включающий:
 - методы расчета ВВХ доведения информации в СОД, учитывающие приоритетность сообщений, многоканальность трактов, конечную надежность элементов тракта и совокупность альтернативных маршрутов доведения;
 - методики оценки ВВХ доведения информации по составным трактам, учитывающие специфику функционирования подсистем на участках «берег–море» и «земля–воздух»;
 - комплексный метод оценки ВВХ доведения информации на основе результатов аналитического, имитационного и натурального моделирования;
 - методики оценки ВВХ доведения информации с использованием результатов экспериментальной оценки параметров действующей системы;
 - методики оценки эффективности системы протоколов информационного обмена.
3. Разработаны:
 - комплексный методический подход к обоснованию требований по живучести базовой СОД и составных трактов ОСОД в целом на основе требований к системе автоматизированного управления;
 - методика экспресс-оценки показателей живучести базовой СОД;
 - методика оценки интегральных показателей живучести базовой СОД с учетом информационной связности ее объектов-абонентов;
 - методика обоснования требований к надежности коммутационных элементов и направлений связи базовой СОД с учетом требований к ВВХ доведения приоритетной информации.

Полученные научные и практические результаты по созданию, внедрению и развитию СОД и ее комплексов легли в основу кандидатской (1984 г.) и докторской (1996 г.) диссертаций А. А. Зацаринного.

Научно-исследовательскую работу А. А. Зацаринный активно сочетал с научно-практической работой, связанной с военно-техническим обеспечением работ в промышленности, прежде всего в НИИ автоматической аппаратуры и в Ереванском НИИ математических машин. Приведенные выше научные результаты были получены в ходе многолетней работы по обоснованию оперативно-технических требований к СОД и ее комплексам на различных этапах их разработки, испытаний и эксплуатации; эти результаты были доведены до уровня инженерных методик, практических рекомендаций, внедрены на предприятиях оборонных отраслей промышленности и позволили в конечном итоге существенно повысить эффективность функционирования СОД и базирующейся на ней АСУ ВС. А. А. Зацаринный разработал ряд организационно-методических материалов по проведению испытаний систем и комплексов обмена данными различных видов как на стендах главного конструктора, так и на реальных объектах. Принял активное участие в проведении государственных испытаний в составе комиссий государственного заказчика.

Под руководством А. А. Зацаринного разработан комплексный метод замены программного обеспечения (ПО) на узлах коммутации действующей системы без нарушения ее функционирования в интересах подключенных объектов АСУ. Это позволило существенно улучшить основные характеристики действующей системы (пропускную способность, число подключаемых абонентов, устойчивость функционирования) и создать условия по ее дальнейшему эволюционному развитию на основе постепенного внедрения перспективных комплексов.

В период 1992–1999 гг. после назначения А. А. Зацаринного на должность заместителя начальника института по научной работе спектр направлений его научно-практической деятельности существенно расширился. Он активно занимался организацией работ по обоснованию и разработке целевых программ по созданию составных частей системы военной связи в различных звеньях управления, единой системы спутниковой военной связи, единой интегрированной СОД, территориальной системы связи, общесистемными вопросами создания объединенной автоматизированной цифровой системы связи ВС РФ в новых условиях, подготовкой предложений по реформированию кооперации предприятий промышленности в связи с распадом Советского Союза, вопросами двойного применения комплексов военной связи.

3 Основные результаты научной деятельности в Управлении начальника связи ВС РФ (1999–2005 гг.)

Основные усилия А. А. Зацаринного в этот период были сосредоточены на формировании основных направлений научно-технической политики в области

поддержания и развития системы связи и АСУ ВС РФ, разработке целевых программ по созданию составных частей системы военной связи, плана строительства системы связи ВС РФ, обоснованию разделов государственной программы вооружения в области АСУ и связи общего применения, формированию сводного государственного оборонного заказа Управления НС ВС РФ.

Особое место в деятельности А. А. Зацаринного занимают вопросы обоснования планов научно-исследовательских работ, включая фундаментальные и поисковые исследования в области создания новых комплексов и средств связи с использованием современных информационных технологий, освоения новых диапазонов частот, режимов коммутации, разработки нормативно-технической базы, методов и технологий защиты информации в АСУ, комплекса математических моделей для оценки основных оперативно-технических характеристик составных частей АСУ ВС РФ, обоснования решений по использованию космических аппаратов в интересах задач Минобороны и др.

В 2000–2005 гг. А. А. Зацаринный занимал пост председателя Координационного научно-технического совета при 16 ЦНИИ МО РФ, который выполнял важнейшую роль межведомственной координации научных исследований в области систем, комплексов и средств военной связи, разрабатываемых в интересах видов вооруженных сил и родов войск. Он руководил разработкой ряда концептуальных документов в области развития АСУ и связи ВС РФ, а также нормативно-технических документов (стандартов) для систем и комплексов военной связи и новых телекоммуникационных технологий. Так, в этот период А. А. Зацаринный организовал работу по формированию Концепции развития АСУ ВС РФ (утверждена Президентом РФ в 2003 г.), по реализации целевых программ создания составных частей АСУ ВС РФ, активно работал в межведомственной рабочей группе по специальной связи.

А. А. Зацаринный явился инициатором работ, направленных на создание специальной транкинговой сети связи на базе стандарта ТЕТРА, включая вопросы создания межведомственной сети на единой системотехнической и аппаратно-программной платформе в интересах силовых ведомств. Член совета российского «ТЕТРА-Форума» (2001–2004). В 2003 г. за активное участие в разработке и создании федеральных мобильных систем связи общего и специального назначения в составе авторского коллектива стал лауреатом Премии Правительства РФ в области науки и техники (постановление Правительства РФ от 14 марта 2003 г. № 153-14).

Наряду с интенсивной служебной деятельностью А. А. Зацаринный в этот период продолжал активно заниматься научными исследованиями, поддерживая творческие контакты с научными коллективами родного 16 ЦНИИ МО, Военной академии связи, 27 ЦНИИ МО, другими НИУ МО, а также научно-исследовательскими организациями промышленности, институтами Российской академии наук (ИРЭ РАН, ИППИ РАН, ИПИ РАН, ИСА РАН и др.).

Опубликовал ряд научных статей, принял участие в подготовке «Методического руководства по оценке качества функционирования информационных систем».

В 2000 г. окончил Высшие курсы Военной академии Генерального штаба ВС РФ по специальности «Оборона и обеспечение безопасности Российской Федерации». В 2003 г. прошел обучение по программе «Безопасность Россия–США» в Школе управления им. Дж. Ф. Кеннеди при Гарвардском университете (США).

В период 1999–2004 гг. активно участвовал в работе Государственной комиссии по электросвязи (ГКЭС) при Минсвязи РФ, неоднократно выступал с докладами по проблемам развития взаимоувязанной сети связи страны с учетом интересов спецпотребителей. В 2002 г. в составе российской делегации принял участие в работе 6-й Полномочной конференции Международного союза электросвязи в г. Марракеш (Марокко).

Систематически участвовал в работе научно-практических конференций, научно-технических советов и семинаров в НИУ МО, институтах Российской Академии наук, организациях промышленности (НИИ АА, Концерн «Систем-пром», НПП «Полет», ФГУП НИИ «Рубин», ОАО «Интелтех», КНИИТМУ и др.).

Неоднократно выступал с докладами на международных, всероссийских, межведомственных и ведомственных конференциях, форумах и симпозиумах, на заседаниях Комитета по обороне Государственной Думы.

4 Основные результаты научной деятельности в ИПИ РАН

За период работы в ИПИ РАН (с января 2006 г. по настоящее время) Зацаринным А. А. осуществляется активная научно-исследовательская, научно-практическая, научно-организационная и научно-общественная работа.

Основные результаты научно-исследовательской деятельности:

- обоснованы общесистемные подходы к разработке, проектированию и внедрению информационно-телекоммуникационных систем;
- разработаны новые организационные и системотехнические принципы наиболее эффективной реализации требований заказчика на основе современных информационных технологий, в том числе в защищенном исполнении;
- предложены экспертные методики выбора наиболее рациональных системотехнических решений, удовлетворяющих требованиям заказчика;
- обоснованы системотехнические принципы и подходы к построению системы ситуационных центров (ССЦ), включая структурно-функциональное представление ССЦ с учетом современных требований к ситуационному анализу;
- обоснованы методические подходы к наиболее эффективному применению существующей нормативно-технической базы, регламентирующей процесс раз-

работки автоматизированных информационно-телекоммуникационных систем специального назначения;

- проведен анализ общемировых тенденций развития современных инфокоммуникационных технологий с учетом различных факторов, в том числе концепции сетевых войн.

Одним из направлений научной деятельности А. А. Зацаринного в последние годы является анализ опыта разработки АСУ и обмена данными с обоснованием предложений по совершенствованию процессов создания современных информационно-телекоммуникационных сетей.

За цикл научных работ «Разработка методов создания телекоммуникационных систем с использованием марковской теории оценивания» решением Президиума Академии инженерных наук от 16.10.2008 г. А. А. Зацаринный удостоен Прохоровской премии.

Научно-практическая деятельность

Научно-исследовательская работа А. А. Зацаринного активно сочетается с интенсивной практической деятельностью. А. А. Зацаринный является главным конструктором нескольких проектов. В период с 2006 г. по настоящее время под его руководством научными коллективами ИПИ РАН в кооперации с другими организациями выполнено более десятка опытно-конструкторских работ по созданию информационно-телекоммуникационных систем специального назначения или их составных частей.

Наиболее значительными из них являются работы по созданию крупной межведомственной системы освещения надводной и подводной обстановки; по созданию ситуационных центров специального назначения, реализующих комплекс наисовременнейших информационных технологий сбора, хранения, аналитической обработки, визуализации, передачи и защиты информации; по разработке автоматизированной системы сбора информации от территориально удаленных источников информации; по интеграции существующих информационных систем органов внутренних дел в единую информационно-телекоммуникационную систему (ЕИТКС ОВД) с апробацией технических решений на опытном участке заказчика.

В настоящее время под руководством А. А. Зацаринного выполняются разработки автоматизированных систем по созданию систем поддержки принятия решений, специального информационного портала, а также работы по развитию уже созданных систем.

Научно-организационная деятельность

По инициативе А. А. Зацаринного в ИПИ РАН создаются новые структурные подразделения: в апреле 2006 г. — отдел информационно-телекоммуникацион-

ных сетей, в марте 2007 г. — отдел научно-организационного обеспечения специальных работ.

Он является научным руководителем серии НИР, направленных на исследование системотехнических вопросов создания и развития информационно-телекоммуникационных систем на основе современных информационных технологий с учетом тенденций их развития.

С октября 2006 г. — заместитель генерального конструктора АСУ органов безопасности, с декабря 2007 г. — заместитель генерального конструктора ЕИТКС ОВД.

Научно-общественная работа

Действительный член Академии военных наук, Международной академии связи и Российской академии инженерных наук им. А. М. Прохорова (Отделение «Информационные сети, связь и радиотехника»).

Член Экспертного совета ВАК России по электронике, измерительной технике, радиотехнике и связи (с 2007 г.).

Член Научного совета при Президиуме РАН по комплексной проблеме «Радиофизические методы исследования морей и океанов» под председательством акад. В. А. Котельникова (2001–2004 гг.) и акад. Е. П. Велихова (с 2007 г.).

Член Научного совета при Федеральной миграционной службе России (с 2007 г.).

Член диссертационных советов при ИПИ РАН, при НИИ АА им. акад. В. С. Семенихина и при 16 ЦНИИИ МО РФ (до ноября 2010 г.).

Член редколлегии журналов «Ведомственные и корпоративные сети и системы», «Информатика и её применения».

За период работы в ИПИ РАН А. А. Зацаринный опубликовал 35 научных статей, принял участие в издании двух монографий, выступил с докладами на 8 научно-практических конференциях.

Много внимания уделяет подготовке научных кадров. Осуществляет консультирование докторанта и научное руководство работой нескольких соискателей ученой степени кандидата технических наук. Подготовил двух кандидатов технических наук, успешно защитивших диссертации в 2010 г. (всего подготовил 8 кандидатов технических наук).

Имеет ряд правительственных и ведомственных наград, в том числе орден «За военные заслуги» (2000 г.) и 15 медалей.

От имени коллектива ИПИ РАН сердечно поздравляем юбиляра с 60-летним юбилеем и желаем ему счастья, здоровья, семейного благополучия и дальнейших творческих успехов в научно-практической деятельности.

METHODOLOGICAL APPROACH TO QUALITY MANAGEMENT OF INFORMATION IN COMPLEX INFOCOMMUNICATION PROJECTS

A. Zatsarinnyi¹ and A. Shabanov²

¹IPI RAN, azatsarinny@ipiran.ru

²IBS Expertiza Company, apshabanov@mail.ru

A methodological approach to quality management information that is transmitted, processed, and placed in an information and telecommunication system is discussed. The source data are the business requirements for timeliness of delivery of information and provision of information and telecommunication services. The logical organization of the methodology and its basic components are described.

Keywords: project management; organizational structure; information and telecommunication system; timeliness; quality; information

SOME METHODICAL APPROACHES TO THE ESTIMATION OF RELIABILITY OF INFORMATION AND TELECOMMUNICATION NETWORKS ELEMENTS

A. Zatsarinnyi¹, A. Garanin², and S. Kozlov³

¹IPI RAN, azatsarinny@ipiran.ru

²IPI RAN, algaranin@mail.ru

³IPI RAN, sv_kozlov@mail.ru

The basic concepts used in estimation of information and telecommunication networks' reliability are considered, and mathematical expressions for a quantitative estimation of nonfailure operation and maintainability indicators are presented. The methodical approach to an estimation of automation systems' reliability is suggested, mathematical expressions for evaluating the reliability of model variants of the structural system construction are presented. The sequence of actions during the calculation of indicators of automation systems' reliability is given.

Keywords: information and telecommunication network; stability; reliability; indicators of performance reliability and maintainability; complex of means of automation

**METHODICAL APPROACHES TO INFORMATION INSPECTION
OF AUTOMATION OBJECTS OF FEDERAL EXECUTIVE AUTHORITIES***A. Zatsarinnyi¹, S. Kozlov², and R. V. Tatarintsev³*¹IPI RAN, azatsarinny@ipiran.ru²IPI RAN, sv_kozlov@mail.ru³IPI RAN, roman-postbox@yandex

The problems of the works organization on creation of the large-scale automated information systems of federal executive authorities at the initial stage of their planning and execution are considered. The main factors determining the completeness and timeliness of requirements realization of tactical and technical specifications for the functional purpose of the developed systems are presented. Based on the analysis of main organizational and technological approaches in practice of creation and development of automated information systems, it is proved the necessity of priority realization of actions and decisions aimed at improving the system operating process taking into account factors that determine the quality of the given information services. The basic requirements of the process approach to the creation and development of the automated information systems are presented. The interrelated information processes general structure in the activities of the federal executive authorities which are subject to automation in the creation of advanced information systems is shown.

Keywords: automated information system; information process; process approach; main, providing, supplementary, accompanying, conflicting processes

**ON USAGE OF A PUBLIC NETWORK IN A CORPORATE MULTISERVICE
TELECOMMUNICATION NETWORK***S. A. Denisov¹, J. S. Ionenkov², and V. A. Kondrashev³*¹IPI RAN, sdn@ipi.ac.ru²IPI RAN, UIonenkov@ipiran.ru³IPI RAN, vd@ipi.ac.ru

Approaches to creation of a corporate multiservice telecommunication network regarding integration of its territorially distributed fragments are described, ways of maintenance of service quality in multiservice telecommunication networks are considered, necessity of a design procedure of a set of rented services with certain quality is formulated, the initial data and requirements for a technique are defined.

Keywords: multiservice network; rent of services of information transfer; quality of service; calculation of services profile

**DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEMS ON THE BASE OF NETWORKS
WITH LOW CHANNEL CAPACITY***N. A. Grusho*

IPI RAN, info@itake.ru

The problem of building a semantic encoding for distributed network-based channels with low bandwidth is discussed. On the example of the trade network, it is shown that the compression of semantic information in the specified time intervals makes it possible to reduce the requirements to the channels on the order.

Keywords: coding; informational systems; nets**NEW FEATURES OF SELF-PROPAGATING MALWARE***M. V. Levykin*

IPI RAN, de_shiko@yahoo.com

According to the research of malwares such as “worm” stuxnet and “bootkit” TDL/TDSS, the following features appeared: modern malware are the multiagent systems with a complicated structure on the different levels of operating system. Such multiagent systems may consist of the following components: concealment, communication, operations, distribution, etc. Interface between the systems agents is of particular interest.

Keywords: malware; worm; Stuxnet; TDS/TDLL**SPATIAL CONSISTENCY ASPECTS
OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM***S. Dulin¹, I. Rozenberg¹, and V. Umanskiy³*

¹Research & Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC NIIAS); IPI RAN, s.dulin@gismps.ru

²Research & Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC NIIAS)

³Close Corporation “IntexGeoTrans”

In geographical information systems (GIS), where quality management of geodata depends on specificity of spatial objects, the problem of the consistency gets additional complexity. In the paper, some features of a spatial consistency of geographical data sets in the vector format are described. These features are essential at elimination of mistakes of display and classification. Three types of errors that

affect the corresponding types of a consistency are considered: structural, geometric, and toposemantic. Each type of error require special procedures for verification and correction. These procedures are presented in the form of a common framework.

Keywords: geoinformation system; topology of geodata; structurization; GIS consistency

**METHODS TO ELIMINATE UNCERTAINTY
OF LEXICAL-MORPHOLOGICAL ANALYSIS IN PROCESS
OF KNOWLEDGE EXTRACTION FROM NATURAL LANGUAGE TEXTS**

*N. V. Somin¹, I. P. Kuznetsov², V. G. Nikolaev³, N. S. Solovyeva⁴,
and A. G. Matskevich⁵*

¹IPI RAN, somin@post.ru

²IPI RAN, igor-kuz@mtu-net.ru

³IPI RAN, DHLLine@yandex.ru

⁴IPI RAN, somin@post.ru

⁵IPI RAN, xmag@mail.ru

The techniques for improving the lexical-morphological analysis of the semantic-oriented language processor which carries out the extraction of knowledge from the natural language texts are considered. Methods and means to eliminate uncertainties in the allocation of text tokens and sentences, as well as methods of combinatorial and syntactic analysis to eliminate morphological homonymy are proposed. The methods give possibilities to improve the semantic linguistic processor which extracts knowledge structures from natural language texts and restores implicit information.

Keywords: implicit information; morphological analysis; ambiguity; semantic linguistic processor

SEMANTIC METHODS FOR IMPLICIT INFORMATION DISCOVERY

I. P. Kuznetsov

IPI RAN, igor-kuz@mtu-net.ru

Development of semantic linguistic processors, which extract knowledge structures from natural language texts is connected with identification of implicit information. This problem is considered as detection of new properties of objects in Knowledge Base. The methods of such identification based on analysis of knowledge structures are suggested. As an application, the problem of identification of roles and functions of persons involved is considered based on their descriptions in the documents of criminal police.

Keywords: knowledge extraction; semantic linguistic processors; implicit information; role functions of persons

**APPROACHES TO LEXICAL AND SEMANTIC MODELING
AND LINGUISTIC RESOURCES OF INFORMATION SYSTEMS***O. S. Kozhunova*

IPI RAN, kozhunovka@mail.ru

Up-to-date methods and approaches to semantic modeling are analyzed, namely, in the publications of such prominent specialists in the field as N. N. Leontjeva, E. V. Paducheva, J. D. Apresyan, R. Jackendoff, J. Sowa, and others. Some of the linguistic resources (integrated into information systems) with semantics oriented features and other language-specific attributes are considered. Besides analyzing and reviewing of the existing approaches and resources, some suggestions and additions are given by the author, including the approaches of the artificial intelligence techniques and JSM (John Stewart Mill) method formalisms.

Keywords: lexical and semantic modeling; linguistic resources of the information systems; JSM-method

**FORMALIZATION OF BIOGRAPHICAL DATA REPRESENTATION:
EXPLORATION FIELD FOR BIOGRAPHICAL RESEARCH***N. Markova*

IPI RAN, nmarkova@ipiran.ru

A method of biographical data formalization is suggested. It makes possible to effectively analyze and integrate information that is retrieved from heterogeneous sources.

Keywords: biographic research; formalization; integration of heterogeneous data

**APPROACHES TO DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY
OF THE AUTOMATED CARTOGRAPHICAL REPRESENTATION
OF INDICATORS BY EVALUATION SYSTEMS***D. A. Nikishin*

IPI RAN, dmnikishin@mail.ru

The problems of methodology and technological decisions for the automated construction of cartograms of different indicators of the scientific activity presented in information and technological system of monitoring of the Russian Academy of

Sciences are considered. New aspects of the developed technology are the representation of indicators for structural divisions of the Russian Academy of Sciences and display of the dynamics of the indicators. Examples of information-cartographical documents that take into account the structure of the Russian Academy of Sciences as well as examples that show the dynamics of indicators are presented.

Keywords: thematic maps; diagrammes; evaluation systems

IMPACT-FACTOR MODEL IN LEGAL REGULATION SYSTEM OF SCIENTIFIC ORGANIZATION ACTIVITY

G. V. Lukyanov

IPI RAN, gena-mslu@mail.ru

The paper deals with a new indicator of effectiveness of scientific organizations and, namely, the impact-factor of publications in “Web of Science” of employees in a scientific organization. It has been proved that the new interpretation of this indicator boils down at the best to the average value of the traditional impact-factor of several journals, and at the worst to the impact-factor of a single journal.

Keywords: impact-factor; peer-reviewed magazine; assessment of scientific organization activity; number of publications; citation; reference; publication activity

ABOUT THE NEED AND POSSIBILITIES OF A UNIFIED DEFINITION OF INFORMATION

I. Gurevich

IPI RAN; LLC “HETNET Consulting,” iggurevich@gmail.com

To create “Science of Information,” we must use single, unified, unique definition of “information” concept. About 10 billion years ago, there was no life in the Universe. Information existed only in the form of physical heterogeneities (elementary particles, atoms, molecules, etc.) which possess information properties of the primary (first) order — in particular, they contain certain volume of information. Its existence did not depend on an observer existence. An observer appeared several billion years ago and gave new properties (of the second order) to information.

Keywords: informatics; science of information; physical informatics

ОБ АВТОРАХ

Гаранин Александр Иванович (р. 1951) — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПИ РАН

Грушо Николай Александрович (р. 1982) — кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ИПИ РАН

Гуревич Игорь Михайлович (р. 1945) — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПИ РАН, главный конструктор по системам ООО «ГЕТНЕТ Консалтинг»

Денисов Сергей Анатольевич (р. 1985) — программист 1-й категории ИПИ РАН

Дулин Сергей Константинович (р. 1950) — доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник Открытого акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (ОАО «НИИАС»), старший научный сотрудник ИПИ РАН

Захаров Виктор Николаевич (р. 1948) — доктор технических наук, доцент, ученый секретарь ИПИ РАН

Зацаринный Александр Алексеевич (р. 1951) — доктор технических наук, профессор, заместитель директора ИПИ РАН

Ионенков Юрий Сергеевич (р. 1956) — старший научный сотрудник ИПИ РАН

Кожунова Ольга Сергеевна (р. 1982) — кандидат технических наук, заведующая сектором ИПИ РАН

Козлов Сергей Витальевич (р. 1955) — кандидат технических наук, заведующий отделом ИПИ РАН

Кондрашев Вадим Адольфович (р. 1963) — старший научный сотрудник ИПИ РАН

Кузнецов Игорь Петрович (р. 1938) — доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ИПИ РАН

Левыкин Михаил Владимирович (р. 1985) — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПИ РАН

Лукьянов Геннадий Викторович (р. 1952) — кандидат военных наук, доцент, заведующий сектором ИПИ РАН

Маркова Наталья Александровна (р. 1950) — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ИПИ РАН

Мацкевич Андрей Георгиевич (р. 1953) — старший научный сотрудник ИПИ РАН

Никишин Дмитрий Александрович (р. 1976) — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПИ РАН

Николаев Владимир Григорьевич (р. 1948) — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПИ РАН

Розенберг Игорь Наумович (р. 1965) — доктор технических наук, первый заместитель директора Открытого акционерного общества «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (ОАО «НИИАС»)

Соловьева Наталья Сергеевна (р. 1947) — кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИПИ РАН

Сомин Николай Владимирович (р. 1947) — кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ИПИ РАН

Татаринцев Роман Владимирович (р. 1981) — ведущий инженер ИПИ РАН

Уманский Владимир Ильич (р. 1954) — кандидат технических наук, генеральный директор Закрытого акционерного общества «ИнтехГеоТранс»

Хохлов Вячеслав Евгеньевич (р. 1955) — заведующий сектором ИПИ РАН

Шабанов Александр Петрович (р. 1949) — кандидат технических наук, главный эксперт ООО «ИБС Экспертиза»

ABOUT AUTHORS

Denisov Sergej A. (b. 1985) — programmer I, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Science

Dulin Sergey K. (b. 1950) — Doctor of Science in technology, professor, principal scientist, Research & Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC NIIAS); senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Ionenkov Jurij S. (b. 1956) — senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Garanin Alexander I. (b. 1951) — Candidate of Science (PhD) in technology, senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Grusho Nikolai A. (b. 1982) — Candidate of Science (PhD) in physics and mathematics, senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Gurevich Igor M. (b. 1945) — Candidate of Science (PhD) in technology, senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences; Chief Systems Designer, LLC “HETNET Consulting”

Khohlov Vyacheslav E. (b. 1955) — Head of Laboratory, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Kondrashev Vadim A. (b. 1963) — senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Science

Kozhunova Olga S. (b. 1982) — Candidate of Science (PhD) in technology, Head of the Laboratory, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Kozlov Sergey V. (b. 1955) — Candidate of Science (PhD) in technology, Head of Department, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Kuznetsov Igor P. (b. 1938) — Doctor of Science in technology, professor, principal scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Levykin Michael V. (b. 1985) — Candidate of Science (PhD) in technology, senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Lukyanov Gennady V. (b. 1952) — Candidate of Military Science (Phd), associate professor; Head of Laboratory, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Markova Natalia A. (b. 1950) — Candidate of Science (PhD) in physics and mathematics, leading scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Matskevich Andrey G. (b. 1953) — senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Science

Nikishin Dmitry A. (b. 1976) — Candidate of Science (PhD) in technology, senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Nikolaev Vladimir G. (b. 1948) — Candidate of Science (PhD) in technology, senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Science

Rozenberg Igor N. (b. 1965) — Doctor of Science in technology, First Deputy Director General, Research & Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications on Railway Transport (JSC NIIAS)

Shabanov Alexander P. (b. 1949) — Candidate of Science (PhD) in technology, principal expert, IBS Expertiza Company

Solovyeva Natalya S. (b. 1947) — Candidate of Science (PhD) in technology, senior scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Science

Somin Nicolay V. (b. 1947) — Candidate of Science (PhD) in physics and mathematics, leading scientist, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Science

Tatarintsev Roman V. (b. 1981) — leading engineer, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

Umansky Vladimir I. (b. 1954) — Candidate of Science (PhD) in technology, Director General, Close corporation “IntexGeoTrans”

Zakharov Victor N. (b. 1948) — Doctor of Science (PhD) in technology, associate professor; Scientific Secretary, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Science

Zatsarinny Alexander A. (b. 1951) — Doctor of Science in technology, professor, Deputy Director, Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ ЗА 2011 г.

	№	Стр.
Агафонов Е. С. см. Сеницын И. Н.		
Белоусов В. В. см. Сеницын И. Н.		
Бондаренко О. А., Волович К. И., Кондрашев В. А. Алгоритмы функционирования компилятора языка Cell	1	117
Бондаренко О. А., Волович К. И., Кондрашев В. А. Средства поддержки исполняемого кода, синтезированного по спецификациям, на языке Cell	1	105
Волович К. И. см. Бондаренко О. А.		
Волович К. И. см. Бондаренко О. А.		
Гаранин А. И. см. Зацаринный А. А.		
Грушо Н. А. Распределенные информационные системы на базе сетей связи с низкой пропускной способностью каналов.....	2	65
Гуревич И. О необходимости и возможности единого определения информации.....	2	194
Денисов С. А., Ионенков Ю. С., Кондрашев В. А. Об использовании сети общего пользования в корпоративной мультисервисной телекоммуникационной сети связи.....	2	51
Дулин С. К., Розенберг И. Н., Уманский В. И. Аспекты пространственной согласованности географической информационной системы.....	2	73
Дьяченко Ю. Г. см. Степченко Ю. А.		
Егоров В. Ю., Шпадырев М. А. Особенности реализации устройств измерения времени в виртуальных машинах	1	141
Замковец С. В., Захаров В. Н., Красовский В. Е. Эволюция архитектур современных микропроцессоров	1	34
Захаров В. Н. см. Замковец С. В.		
Захаров В. Н. см. Козлов С. В.		
Зацаринный А. А., Гаранин А. И., Козлов С. В. Некоторые методические подходы к оценке надежности элементов информационно-телекоммуникационных сетей	2	21
Зацаринный А. А., Козлов С. В., Татаринцев Р. В. Методические подходы к обследованию объектов автоматизации федеральных органов исполнительной власти	2	34

	№	Стр.
Зацаринный А. А., Шабанов А. П. Методологический подход к управлению качеством информации в сложных проектах информационно-коммуникационных проектах	2	3
Ионенков Ю. С. см. Денисов С. А.		
Кожунова О. С. Подходы к лексико-семантическому моделированию и лингвистические ресурсы информационных систем	2	139
Козлов С. В., Захаров В. Н., Хохлов В. Е. От системы обмена данными к информационно-телекоммуникационным сетям и ситуационным центрам (К 60-летию заместителя директора ИПИ РАН по научной работе А. А. Зацаринного)	2	211
Козлов С. В. см. Зацаринный А. А.		
Козлов С. В. см. Зацаринный А. А.		
Козмидиади В. А. Модель параллельного обхода деревьев работ	1	47
Конашенкова Т. Д. см. Сеницын И. Н.		
Кондрашев В. А. см. Бондаренко О. А.		
Кондрашев В. А. см. Бондаренко О. А.		
Кондрашев В. А. см. Денисов С. А.		
Корепанов Э. Р. см. Сеницын И. Н.		
Красовский В. Е. см. Замковец С. В.		
Кузнецов И. П. Семантические методы извлечения имплицитной информации	2	116
Кузнецов И. П. см. Сомин Н. В.		
Левыкин М. В. Новые особенности самораспространяющихся вредоносных программ	2	69
Лукьянов Г. В. Модель импакт-фактора в системе правового регулирования деятельности научных организаций	2	188
Макаренкова И. В. см. Сеницын И. Н.		
Маркова Н. А. Формализация представления биографических данных: рабочее поле биографического исследования	2	162
Мацкевич А. Г. см. Сомин Н. В.		
Морозов Н. В. см. Рождественский Ю. В.		
Морозов Н. В. см. Степченков Ю. А.		
Никишин Д. А. Подходы к разработке технологии автоматизированного картографического представления индикаторов в системах мониторинга	2	171
Николаев В. Г. см. Сомин Н. В.		
Плеханов Л. П. О свойстве самосинхронности цифровых электронных схем	1	84
Рождественскене А. В. см. Рождественский Ю. В.		

	№	Стр.
Рождественский Ю. В., Морозов Н. В., Рождественскене А. В. Особенности классификационного анализа самосинхронных схем	1	92
Рождественский Ю. В. см. Степченко Ю. А.		
Розенберг И. Н. см. Дулин С. К.		
Семендяев Н. Н. см. Сеницын И. Н.		
Сеницын И. Н., Корепанов Э. Р., Белоусов В. В., Шор- гин В. С., Макаренко И. В., Конашенкова Т. Д., Ага- фонов Е. С., Семендяев Н. Н. Развитие компьютерной под- держки статистических научных исследований систем высокой точности и доступности	1	3
Сеницын И. Н. см. Соколов И. А.		
Соколов И. А. Предисловие	1	2
Соколов И. А., Сеницын И. Н. Академик В. С. Пугачёв: крат- кий очерк научной, педагогической, научно-организационной и общественной деятельности	1	161
Соловьева Н. С. см. Сомин Н. В.		
Сомин Н. В., Кузнецов И. П., Николаев В. Г., Соловьева Н. С., Мацкевич А. Г. Методы устранения неопределенностей блока лексико-морфологического анализа при извлечении знаний из текстов естественного языка	2	97
Степченко Ю. А., Дьяченко Ю. Г., Рождественский Ю. В., Морозов Н. В. Анализ на самосинхронность некоторых типов цифровых устройств	1	74
Татаринцев Р. В. см. Зацаринный А. А.		
Уманский В. И. см. Дулин С. К.		
Хохлов В. Е. см. Козлов С. В.		
Шабанов А. П. см. Зацаринный А. А.		
Шмейлин Б. З. Метод повышения отказоустойчивости систем под- держания когерентности кэш	1	62
Шоргин В. С. см. Сеницын И. Н.		
Шпадырев М. А. Обслуживание запросов прямого доступа к памяти в контроллерах жестких дисков виртуальных машин	1	152
Шпадырев М. А. см. Егоров В. Ю.		

2011 AUTHOR INDEX

	No.	Page
Agafonov E. S. see Sinitsyn I. N.		
Belousov V. V. see Sinitsyn I. N.		
Bondarenko O., Volovich K., and Kondrashev V. Algorithms for the Compiler of the Language Cell	1	117
Bondarenko O., Volovich K., and Kondrashev V. Executing System for Code Synthesized on the Base of Specifications on the Language Cell	1	105
Denisov S. A., Ionenkov J. S., and Kondrashev V. A. On Usage of a Public Network in a Corporate Multiservice Telecommunication Network	2	51
Diachenko Yu. see Stepchenkov Y.		
Dulin S., Rozenberg I., and Umanskiy V. Spatial Consistency Aspects of Geographical Information System	2	73
Egorov V. Yu. and Shpadyrev M. A. Specific Features of the Time-Measuring Devices Implementation in Virtual Machines	1	141
Garanin A. see Zatsarinnyi A.		
Grusho N. A. Distributed Information Systems on the Base of Networks with Low Channel Capacity	2	65
Gurevich I. About the Need and Possibilities of a Unified Definition of Information	2	194
Ionenkov J. S. see Denisov S. A.		
Konashenkova T. D. see Sinitsyn I. N.		
Kondrashev V. A. see Bondarenko O.		
Kondrashev V. A. see Bondarenko O.		
Kondrashev V. A. see Denisov S. A.		
Korepanov E. R. see Sinitsyn I. N.		
Kozhunova O. S. Approaches to Lexical and Semantic Modeling and Linguistic Resources of Information Systems	2	139
Kozlov S. see Zatsarinnyi A.		
Kozlov S. see Zatsarinnyi A.		
Kozmidiady V. Model of Parallel Round of Work Trees	1	47
Krasovsky V. see Zamkovetc S.		

	No.	Page
Kuznetsov I. P. Semantic Methods for Implicit Information Discovery	2	116
Kuznetsov I. P. see Somin N. V.		
Levykin M. V. New Features of Self-Propagating Malware	2	69
Lukyanov G. V. Impact-Factor Model in Legal Regulation System of Scientific Organization Activity	2	188
Makarenkova I. V. see Sinitsyn I. N.		
Markova N. Formalization of Biographical Data Representation: Exploration Field for Biographical Research	2	162
Matskevich A. G. see Somin N. V.		
Morozov N. see Rogdestvensky Y.		
Morozov N. see Stepchenkov Y.		
Nikishin D. A. Approaches to Development of Technology of the Automated Cartographical Representation of Indicators by Evaluation Systems	2	171
Nikolaev V. G. see Somin N. V.		
Plekhanov L. On Self-Timed Property of Digital Electronic Circuits	1	84
Rogdestvenskene A. see Rogdestvensky Y.		
Rogdestvenski Yu. see Stepchenkov Y.		
Rogdestvensky Yu., Morozov N., and Rogdestvenskene A. Particularities of Taxonomic Self-Timed Circuits Analysis	1	92
Rozenberg I. see Dulin S.		
Semendyaev N. N. see Sinitsyn I. N.		
Shabanov A. see Zatsarinnyi A.		
Shmeilin B. Z. Fault Tolerance Method of Cache Coherence Maintenance System	1	62
Shorgin V. S. see Sinitsyn I. N.		
Shpadyrev M. A. Direct Memory Access Request Servicing in Hard Disk Controllers of Virtual Machines	1	152
Shpadyrev M. A. see Egorov V. Yu.		
Sinitsyn I. N., Korepanov E. R., Belousov V. V., Shorgin V. S., Makarenkova I. V., Konashenkova T. D., Agafonov E. S., and Semendyaev N. N. Development of Computer-Aided Statistical Scientific Support for High Precision and Accessibility Systems	1	3
Solovyeva N. S. see Somin N. V.		
Somin N. V., Kuznetsov I. P., Nikolaev V. G., Solovyeva N. S., and Matskevich A. G. Methods to Eliminate Uncertainty of Lexical-Morphological Analysis in Process of Knowledge Extraction from Natural Language Texts	2	97

	No.	Page
Stepchenkov Y., Diachenko Yu., Rogdestvenski Yu., and Morozov N. Self-Timed Analysis of Some Types of Digital Device	1	74
Tatarintsev R. V. see Zatsarinnyi A.		
Umanskiy V. see Dulin S.		
Volovich K. see Bondarenko O.		
Volovich K. see Bondarenko O.		
Zakharov V. see Zamkovetc S.		
Zamkovetc S., Zakharov V., and Krasovsky V. Evolution of Modern Microprocessors Architecture	1	34
Zatsarinnyi A., Garanin A., and Kozlov S. Some Methodical Approaches to the Estimation of Reliability of Information and Telecommunication Networks Elements	2	21
Zatsarinnyi A., Kozlov S., and Tatarintsev R. V. Methodical Approaches to Information Inspection of Automation Objects of Federal Executive Authorities	2	34
Zatsarinnyi A. and Shabanov A. Methodological Approach to Quality Management of Information in Complex Infocommunication Projects	2	3

Правила подготовки рукописей статей для публикации в журнале «Системы и средства информатики»

Журнал «Системы и средства информатики» публикует теоретические, обзорные и дискуссионные статьи, посвященные научным исследованиям и разработкам в области информационных технологий. Журнал издается на русском языке. Тематика журнала охватывает следующие направления:

- информационно-телекоммуникационные системы и средства их построения;
- архитектура и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и сетей;
- методы и средства защиты информации.

1. В журнале печатаются результаты, ранее не опубликованные и не предназначенные к одновременной публикации в других изданиях. Публикация не должна нарушать закон об авторских правах. Направляя свою рукопись в редакцию, авторы автоматически передают учредителям и редколлегии неисключительные права на издание данной статьи на русском языке и на ее распространение в России и за рубежом. При этом за авторами сохраняются все права как собственников данной рукописи. В связи с этим авторами должно быть представлено в редакцию письмо в следующей форме:

Соглашение о передаче права на публикацию:

«Мы, нижеподписавшиеся, авторы рукописи “. . .”, передаем учредителям и редколлегии журнала «Системы и средства информатики» неисключительное право опубликовать данную рукопись статьи на русском языке как в печатной, так и в электронной версиях журнала. Мы подтверждаем, что данная публикация не нарушает авторских прав других лиц или организаций. Подписи авторов: (ф. и. о., дата, адрес)».

Указанное соглашение может быть представлено как в бумажном виде, так и в виде отсканированной копии (с подписями авторов).

Редколлегия вправе запросить у авторов экспертное заключение о возможности опубликования представленной статьи в открытой печати.

2. Статья подписывается всеми авторами. На отдельном листе представляются данные автора (или всех авторов): фамилия, полные имя и отчество, телефон, факс, e-mail, почтовый адрес. Если работа выполнена несколькими авторами, указывается фамилия одного из них, ответственного за переписку с редакцией.
3. Редакция журнала осуществляет самостоятельную экспертизу присланных статей. Возвращение рукописи на доработку не означает, что статья уже принята к печати. Доработанный вариант с ответом на замечания рецензента необходимо прислать в редакцию.
4. Решение редакционной коллегии о принятии статьи к печати или ее отклонении сообщается авторам.

Редколлегия не обязуется направлять рецензию авторам отклоненной статьи.

5. Корректурa статей высылается авторам для просмотра. Редакция просит авторов присылать свои замечания в кратчайшие сроки.
6. При подготовке рукописи в MS Word рекомендуется использовать следующие настройки.
Параметры страницы: формат — А4; ориентация — книжная; поля (см): внутри — 2,5, снаружи — 1,5, сверху — 2, снизу — 2, от края до нижнего колонтитула — 1,3. Основной текст: стиль — «Обычный»: шрифт Times New Roman, размер 14 пунктов, абзацный отступ 0,5 см, 1,5 интервала, выравнивание по ширине. Рекомендуемый объем рукописи — не свыше 25 страниц указанного формата. Ознакомиться с шаблонами, содержащими примеры оформления, можно по адресу в Интернете: <http://www.ipiran.ru/journal/template.doc>.
7. К рукописи, предоставляемой в 2-х экземплярах, обязательно прилагается электронная версия статьи, как правило, в форматах MS WORD (.doc) или LaTeX (.tex), а также — дополнительно — в формате .pdf на дискете, лазерном диске или по электронной почте. Сокращения слов, кроме стандартных, не применяются. Все страницы рукописи должны быть пронумерованы.
8. Статья должна содержать следующую информацию на русском и английском языках: название, Ф.И.О. авторов, места работы авторов и их электронные адреса, подробные сведения об авторах, оформленные в соответствии с форматом, определяемым файлами http://www.ipiran.ru/journal/issues/2011_05_01/authors.asp и http://www.ipiran.ru/journal/issues/2011_01_eng/authors.asp, аннотация (не более 100 слов), ключевые слова, литература. Ссылки на литературу в тексте статьи нумеруются (в квадратных скобках) и располагаются в порядке их первого упоминания. В списке литературы не должно быть позиций, на которые нет ссылки в тексте статьи. Все фамилии авторов, заглавия статей, названия книг, конференций и т. п. даются на языке оригинала, если этот язык использует кириллический или латинский алфавит.
9. Присланные в редакцию материалы авторам не возвращаются.
10. При отправке файлов по электронной почте просим придерживаться следующих правил:
 - указывать в поле subject (тема) название журнала и фамилию автора;
 - использовать attach (присоединение);
 - в случае больших объемов информации возможно использование общеизвестных архиваторов (ZIP, RAR);
 - в состав электронной версии статьи должны входить: файл, содержащий текст статьи, и файл(ы), содержащий(е) иллюстрации.
11. Журнал является некоммерческим изданием. Плата за публикацию с авторов не взимается, гонорар авторам не выплачивается.

Адрес редакции: Москва 119333, ул. Вавилова, д. 44, корп. 2, ИПИ РАН
Тел.: +7 (499) 135-86-92 Факс: +7 (495) 930-45-05 e-mail: rust@ipiran.ru