



## Логистика информационных распределенных систем

Статья проводит сравнительный анализ применения логистических методов в двух типах распределенных систем. Первый тип описывает классические логистические системы. Второй тип описывает информационные и телекоммуникационные системы. Раскрыто обобщенное содержание логистики. Показаны логистические принципы, которые могут применяться в обеих системах. Показано различие в методах оптимизации и развития обеих систем. Доказано, что применение принципов логистики в информационных распределенных системах является объективной необходимостью и будет способствовать развитию обеих систем.

**Ключевые слова:** философия информации, информационные системы, логистика, информационная логистика, логистические принципы, распределенные системы, оптимизация информационных потоков



## Logistics information distributed systems

The article analyzes the application of logistics methods in two types of distributed systems. The first type corresponds to the classical distributed systems, logistics systems. The second type of distributed system describes the information and telecommunication systems. The article reveals the generalized content logistics. This article describes the logistics principles that can be used in both systems. The article shows the difference in the methods of optimization and development of both systems. The article argues that the application of the principles of logistics in the information distributed systems is an objective necessity and will contribute to the development of both systems.

**Keywords:** philosophy of information, information systems, logistics, information logistics, logistics principles, distributed systems, optimization of information flows

### Введение

В настоящее время существует большое количество распределённых систем и большое количество их определений. Это обусловлено разнообразием таких систем и различными их применениями в прикладных областях. Можно выделить два основных направления их развития. К первому направлению относят структурно распределенную технологическую систему (СРТС), предназначенную для решения различных прикладных задач: в управлении [1], в принятии решений [2], территориально распределенные системы [3], транспортные сети [4], корпоратив-

ные системы [5] и другие. Эти системы можно назвать распределенные системы первого рода. Ко второму направлению относят более узкий класс информационных и телекоммуникационных распределенных систем [6, 7] (ИРС). Эти системы можно назвать распределенные системы второго рода. Разнообразие СРТС затрудняет написание общей теории их применения и функционирования. Наоборот, наиболее исследованы, систематизированы и формализованы ИРС или распределенные системы второго рода. Для обеих систем важным является оптимизация потоков в таких системах. Это неизбежно приводит к логистике и необходимости применения методов логистики в распределенных системах.

## Анализ понятия логистика

Анализ литературы [8-10] показывает, что сегодня под логистикой понимается: организация доставки грузов; интеграция перевозочного и производственного процесса; управление распределением; научное направление, связанное с разработкой оптимальных методов управления материальными и информационными потоками; наука о рациональной организации производства и распределения. Несмотря на различные формулировки, понятия логистики содержат два одинаковых критерия – рациональность и точный расчет.

Современный логистический подход характеризуется интеграцией отдельных звеньев в единую систему, способную обеспечивать устойчивость при воздействии внешней среды. Развитие информационной логистики [11] привело к переносу логистических методов управления в информационное управление [12]. Это создало возможность логистического анализа информационных, телекоммуникационных и управленческих систем. Это создает новое направление применения логистических методов анализа в информационных и управленческих системах.

## Трансформация логистики в информационную сферу

За рубежом логистика представляется в обобщенной форме – в виде интегральной логистики [8], рассматривающей три потока: первый (и главный) – финансовый, второй – информационный, третий – физическое распределение материальных ресурсов (товаров). Из этого следует, что доминирующей характеристикой современной логистики считают потоки и управление ими.

Современный анализ потоков характерен для информационных и телекоммуникационных технологий. Появилась информационная логистика [11, 13, 14], как логистика, работающая только с информационными потоками. Информационная логистика связана с анализом и оптимизацией информационных потоков [11, 13, 14]. Однако она имеет два разных направления развития.

Первое направление развития информационной логистики связано с поддержкой материальных потоков. Это направление информационной логистики служит поддержкой транспортной и распределительной логистики. Данное направление можно характеризовать направленностью на обслуживание внешних систем. В этом случае информационные потоки обслуживают экономические и материальные.

Второе направление развития информационной логистики связано с использованием ло-

гистических методов для оптимизации информационных потоков, безотносительно к тому имеют они отношение к транспортировке и доставке или являются чисто информационными. Второе направление развития информационной логистики можно характеризовать внутренней направленностью на организацию и самоорганизацию потоков информационной системы. В этом направлении информационные потоки направлены на саморазвитие и повышение надежности функционирования информационной или телекоммуникационной системы. В процессе информационной логистики формируются информационные ресурсы.

Задача информационной логистики в информационных, телекоммуникационных системах, базах данных – обеспечение оптимального распределения информационных потоков в распределенной логистической системе, снижение отказов и сбоев при передаче информации и управленческих воздействий. Частные задачи информационной логистики включают:

- обеспечение оптимального использования информационных ресурсов;
- обеспечение оптимального функционирования информационных потоков;
- обеспечение высокой адаптивности информационной системы;
- сокращение длительности логистических циклов.

Информационная логистика используется при решении структурированных и неструктурированных задач. Решение хорошо структурированных задач осуществляется по алгоритмам. Для решения неструктурированных задач требуются дополнительные методы и ресурсы, например методы когнитивного анализа [15] или применение мультиагентных систем [16].

Информационная логистика нуждается в трех видах поддержки: информационной, модельной и интеллектуальной (экспертной). Информационная поддержка предназначена для обеспечения ИРС необходимой информацией. Она предусматривает непрерывное оперативное обновление информации. Модельная поддержка предназначена для обеспечения ИРС моделями информационных взаимодействий и информационных ситуаций.

Интеллектуальная поддержка предназначена для обеспечения ИРС правилами и знаниями - для выбора эффективных вариантов решения управления и принятия решений. Основными функциями экспертной поддержки являются:

- построение моделей информационной ситуации;
- построение сценариев развития ситуации;
- интерпретация оценки состояний и тенденций развития;
- подготовка и корректировка управленческих решений.

Можно отметить логистические методы, при-

меняемые в распределенных системах СРТС. 1. Создание топологической модели с выделением в распределенной системе узлов и ребер по функциональным признакам. 2. Введение в топологическую логистическую модель затратных характеристик потоков. 3. Декомпозицию общего решения по сети к частным решениям для звеньев цепи. 4. Введение характеристик динамики ситуации для сети или отдельных звеньев сети. 5. Учет случайных факторов, существенно влияющих на протекание потоков в сети. 6. Получение решений прямым и обратным способами. 7. Для пространственных распределенных систем учет пространственных отношений.

### Распределённые информационные системы

В практике применения ИРС чаще говорят просто о распределенных системах. По существу ИРС - это система, имеющая сетевую топологию с разной функциональной нагрузкой на узлы сети и разными функциями управления потоками (материальными или информационными). Классифицировать любые распределённые системы можно по различным признакам: по количеству узлов в системе, по степени организации, по типу предоставляемых ресурсов, по типу функций на узлах, по типу связей и ряду иных признаков. По типу предоставляемых ресурсов среди ИРС различают:

- распределённые вычислительные системы (Computational Grid);
- распределённые информационные системы (Data Grid);
- семантический Грид (Semantic Grid);
- облачные платформы и сервисы [17].

ИРС типа Computational Grid характеризуются тем, что в качестве основного ресурса предоставляется вычислительная мощность всей системы. Основное направление развития данных систем состоит в наращивании вычислительных мощностей системы, посредством увеличения числа вычислительных узлов. Примером распределённых вычислительных систем являются вычислительные кластеры.

ИРС типа Data Grid предоставляют вычислительные ресурсы для обработки больших объёмов данных в задачах, не требующих больших вычислительных ресурсов. ИРС Semantic Grid предоставляет не только отдельные вычислительные мощности (базы данных, сервисы), но и совокупность вычислительных систем и информационных систем, для каждой конкретной предметной области.

По количеству и качеству узлов в ИРС [6] различают распределённые системы: кластер, распределенная система корпоративного уровня, глобальная система. Распределённая система является кластером, если общее количество элементов не превышает несколько десятков. Рас-

пределенная система корпоративного уровня содержит в своём составе уже сотни, а в некоторых случаях, и тысячи элементов. Глобальной системой называется распределённая система с количеством элементов, входящим в её состав, более 1000. При этом элементы таких систем могут быть и глобально распределены. Примером глобальной распределённой сети является Интернет, где в качестве предоставляемого ресурса является информационное поле. Основными требованиями, предъявляемыми к ИРС, являются: прозрачность, открытость системы, безопасность, масштабируемость ИРС, надёжность.

Современные реализации распределённых информационных систем характеризуются наличием большого множества технологий. Одним из возможных вариантов реализации ИРС является их построение на основе протокола ANSI/NISO Z39.50. Этот протокол предназначен для осуществления связи между компьютерными системами. Он также определяет модель поиска информации и формат её выдачи, но не определяет форматы хранения информации в базах данных [18]. Очевидно, что протокол решает логистические проблемы.

Благодаря возможностям такого протокола клиент может осуществлять поиск информации между базами данных различных поставщиков информации, в независимости от их функциональных особенностей и программой организации. В результате использования данного протокола возможно создание распределённых информационных систем, в состав которых входят базы данных различных организаций. Это также связано с логистикой информационных потоков.

При создании информационных порталов актуальным является вопрос обеспечения качественного и быстрого поиска требуемой информации по различным источникам информации. В частности это имеет отношение к корпоративным информационным системам [5]. В отличие от поисковых машин (Google, Yandex), в которых поиск строится на основе предварительной индексации, корпоративные поисковые системы зачастую не удовлетворяют необходимому качеству выдаваемой информации. Применение протокола Z39.50 обеспечивает необходимую скорость и качество результата поиска.

Для данного протокола характерна особая модель поиска информации. Благодаря функциональным особенностям протокола при организации поискового запроса достаточно указать список серверов, по которым будет осуществлён поиск и поисковый запрос. При этом пользователь не знает общую структуру той или иной базы данных. Язык запросов стандарта основан на логических высказываниях с использованием логических операторов (AND, OR, AND-NOT). Например, запрос на извлечение информации, может выглядеть следующим так: "Найти все до-

кументы, содержащие термин А и термин В, но не термин С"[6].

Следует остановиться на проектах создания распределённых геоинформационных систем [19] с применением данного протокола. Необходимо отметить, что функционально протокол разрабатывался для функционирования информационных библиотечных систем. Направленность протокола Z39.50 в библиотечной сфере объяснялась необходимостью обработки разнородной информации. С течением времени, использование протокола распространилось на другие области включая геоинформационные системы. При проектировании и реализации распределённой ГИС необходимо учитывать специфику геоинформатики, геоданных и геоинформационных коллекций. Для успешного функционирования ИРС типа ГИС необходимо обеспечить ряд требований [20]:

- распределённый доступ к системе
- распределённое хранение данных
- распределённая обработка данных

С учётом вышеизложенных требований для протокола Z39.50 был создан профиль GEO (Geospatial Metadata).[21] GEO профиль фокусируется прежде всего на реализации GEO-сервера, работающего в среде Интернет. Клиенты могут соединяться и взаимодействовать с любым GEO-сервером. При этом клиенты, которые поддерживают протокол Z39.50, но не используют профиль GEO, будут иметь доступ к информации, но будут ограничены по функционалу.

Среди реализованных проектов по созданию распределённых геоинформационных систем можно выделить такие проекты, как Clearinghouse, IAI-DIS и отечественные проекты ИВТ СО РАН с реализованной информационно-поисковой системой атлас «Мхи России». Проект распределённой информационной системы ИВТ СО РАН реализован с целью обеспечения единой точки входа для обеспечения эффективного поиска в распределённых базах данных и удобного анализа полученных результатов поиска. Исходный код системы распространяется по лицензии GNU General Public License. Характерной чертой системы является то обстоятельство, что доступ к системе осуществляется посредством WWW, то есть клиентом системы может быть любой браузер. С технической точки зрения данная система построена по модульному принципу. Обеспечение принципа распределённой ГИС достигается за счёт использования Z39.50 и профиля Cip (фактический новый протокол Z39.50 CIP).

Таким образом, решение задач информационной логистики в ИРС в настоящее время решается путем создания средств обмена и топологического конструирования систем.

## Заключение

Можно констатировать, что информационная логистика в ИРС и информационная логистика в СРТС развиваются в разных направлениях, и пока нет тенденции для обмена технологическими решениями в данных системах. Актуальным является использование информационного пространства как инструмента логистики ИРС.

Сущность логистического подхода в СРТС состоит в разбиении маршрута или цепи на отдельные звенья, для которых решаются задачи оптимизации с последующей оптимизацией частных решений в общее решение. Этот подход можно назвать прагматическим. Это обусловлено тем, что задачи практической логистики связаны с решением практических задач, а наука, как таковая, практиков не интересует. Для них характерным является решение задачи по частям, что упрощает общее решение и анализ. Такой подход успешно зарекомендовал себя при разработке крупных корпоративных проектов, при конструировании сложных изделий типа аэробусов. Этот подход ориентирован в первую очередь на распределённые модели.

Развитием ИРС занимаются программисты математики, специалисты в области телекоммуникаций, для которых любовь к аналитике и красивых аналитических решений стоит на первом месте. Для них характерно стремление к решению задачи «в лоб», целиком и получение общего решения, а не совокупности частных. Поэтому на практике при оптимизации сетей в ИРС логистические методы не применяют, а пытаются решить единственную задачу оптимизации для всей ИРС сразу. Однако такой подход в настоящее время испытывает трудности при столкновении с проблемой больших данных. Если учесть, что ресурсы для таких задач растут либо по геометрической прогрессии (минимум) либо по факториалу (норма), то такой подход создает трудности при анализе информации.

Анализ показывает, что при разработке ИРС, особенно в среде телекоммуникаций используют только, описанные выше, логистические принципы 1, 4 и слабо 5. Принцип 3 заменяют на общее решение задачи. Принципы 2, 7 не применяют. Принцип 6 применяют частично. На наш взгляд использование всех логистических принципов в ИРС будет способствовать развитию как ИРС так и СРТС, куда методы ИРС могут быть перенесены.

Можно констатировать, что при развитии ИРС оптимизационные модели играют доминирующую роль и слабо применяют распределённые пространственные модели. Однако, комплексное использование оптимизационной и пространственной моделей обеспечивает высокую эффективность управления распределёнными информационными системами.

1. Фролов Ю.В. Интеллектуальные системы и управленческие решения. М.: МГПУ, 2000. - 294с.
2. Ириков В. А., Тренев В. Н. Распределенные системы принятия решений. – М.: Наука, 1999.
3. Гилев С. Е., Леонтьев С. В., Новиков Д. А. Распределенные системы принятия решений в управлении региональным развитием // ИПУ РАН. – 2002. – Т. 54. – С. 24.
4. Taniguchi E., Thompson R. G. City Logistics Network Modelling and Intelligent Transport Systems. – 2011.
5. V. Ya. Tsvetkov, N.V. Azarenkova. Entropy in corporate information systems // European Researcher, 2014, Vol.(70), № 3-1, p.471-477
6. Цветков В.Я., Алпатов А.Н. Проблемы распределённых систем // Перспективы науки и образования. 2014. №6. с.31-36.
7. Таненбаум Э. и др. Распределенные системы. Принципы и парадигмы. – 2003.
8. Christopher M. Logistics & supply chain management. – Pearson Higher Ed, 2016.
9. Алесинская Т.В. Основы логистики. Функциональные области логистического управления Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. 79 с.
10. Маркелов В. М. Геоинформатика и логистика. - LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken, Germany, 2015. -177с.
11. Майоров А.А., Цветков В.Я. Информационная логистика // Славянский форум, 2012. - 2(2) - с.208- 210.
12. Васютинская С.Ю. Развитие информационного управления // Образовательные ресурсы и технологии. – 2015. - №2 (10). – с.113-119.
13. Deiters W., Löffeler T., Pfennig Schmidt S. The information logistics approach toward user demand-driven information supply // Cross-media service delivery. – Springer US, 2003. –p.37-48.
14. Meissen U. et al. Context-and situation-awareness in information logistics // International Conference on Extending Database Technology. – Springer Berlin Heidelberg, 2004. – p.335-344.
15. Болбаков Р.Г., Жигалов А.А., Мордвинов В.А., Цветков В.Я. Когнитивное моделирование. Монография - М.: МаксПресс , 2015. - 76с.
16. Розенберг И.Н., Цветков В.Я. Применение мультиагентных систем в интеллектуальных логистических системах. // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. - №6. – с.107-109.
17. Дешко И.П., Кряженков К.Г., Розенберг И.Н., Цветков В.Я., Чехарин Е.Е. Облачные платформы и сервисы. – М.: МАКС Пресс, 2016. – 80с.
18. Жижимов О.Л. Введение в Z39.50: 4-е изд. доп. и перераб. - Новосибирск: Изд-во НГОНБ, 2003. - 261с.
19. Майоров А.А., Цветков В.Я. Геоинформатика как важнейшее направление развития информатики // Информационные технологии. - 2013. - № 11. – с.2-7.
20. Молородов Ю.И., Смирнов В.В., Федотов А.М. Сервисы геоинформационной системы сбора, хранения и обработки данных натурных наблюдений. / Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции: Труды XI Всероссийской научной конференции RCDL"2009 (Петрозаводск, Россия, 17-21 сентября 2009 г.). - Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. - 487 с.
21. Z39.50 Application Profile for Geospatial Metadata or "GEO" [Electronic resource]. – Mode access: <http://www.fgdc.gov/standards/projects/GeoProfile/>.

**Информация об авторе**

**Цветков Виктор Яковлевич**

(Россия, Москва)

Профессор, доктор технических наук  
Заместитель руководителя центра перспективных  
фундаментальных и прикладных исследований  
ОАО «НИИАС»  
E-mail: cvj2@mail.ru

**Information about the author**

**Tsvetkov Viktor Yakovlevich**

(Russia, Moscow)

Professor  
Doctor of technical Sciences  
Deputy head of the center for advanced fundamental  
and applied research of JSC "NIIAS"  
E-mail: cvj2@mail.ru