

А.И. ЛЕКТАУЭРС, М.Ю. ОХТИЛЕВ, С.А. ПОТРЯСАЕВ, Б.В. СОКОЛОВ,
А.Ю. ЧУПРИКОВ, В.В. ШМЕЛЕВ
**АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОДХОДОВ К РЕШЕНИЮ
ЗАДАЧ КОМПЛЕКСНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ
САМОУПРАВЛЯЕМЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ В КРИТИЧЕСКИХ
ПРИЛОЖЕНИЯХ**

Лектауэрс А.И., Охтилев М.Ю., Потрысаев С.А., Соколов Б.В., Чуприков А.Ю., Шмелев В.В. Анализ перспективных подходов к решению задач комплексного моделирования технологий самоуправляемых вычислений в критических приложениях.

Аннотация. В современных условиях ведущие производители компьютерных технологий и систем осознают необходимость и важность проблем создания и внедрения в XXI веке концепции адаптивного управления и самоорганизации в информационную сферу. Указанные информационные технологии XXI века уже получили определение «естественные», «органичные» (Organic IT). В статье анализируются основные тенденции развития информационных технологий и систем. Приводится пример реализации концепций и методов комплексного моделирования технологий самоуправляемых вычислений в критических приложениях.

Ключевые слова: сложные технические объекты, управление структурной динамикой, комплексное моделирование самоуправляемых вычислений.

Lektauers A., Okhtilev M.Y., Potrysaev S.A., Sokolov B.V., Chuprikov A.Y., Shmelev V.V. Analysis of perspective conception and methods of integrated modeling of self-organization computing technologies in critical applications.

Abstract. Leading manufacturers of computer systems and technologies realize the importance of adaptive control and self-organization in information infrastructure of the XXI century. New adaptive technologies were already called “natural” and “organic” (Organic IT). Analysis of modern evolution tendencies for information system and technologies are discussed in the paper. Conception and methods of integrated modeling of self-organization computing technologies in critical applications are presented.

Keywords: complex technical system, structure dynamic control, integrated modeling of self-organization computing.

1. Введение. В настоящее время внедрение результатов космической деятельности (РКД) является технологически сложным и наукоемким процессом. Практика показала необходимость внедрения новых организационных форм для ведения такой деятельности, которые соединяли бы в себе обеспечение фундаментальности проводимых работ и одновременную подготовку необходимых специалистов. Наиболее эффективной формой в этом смысле является создание научно-образовательных центров (НОЦ) космического мониторинга с участием научных организаций, ВУЗов и производственных организаций.

В Санкт-Петербурге в качестве примера такого рода НОЦ можно привести Северо-западный центр аэрокосмического мониторинга (СЗЦКМ), в состав которого вошли: ведущее предприятие космической отрасли в Северо-западном регионе (ФГУП «КБ «Арсенал им. М.В.Фрунзе»), представитель фундаментальной науки — Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук, ВУЗ в лице Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения, производственное предприятие, специализирующееся на разработке систем мониторинга и управления (ЗАО СКБ «Орион»). В течение последних месяцев в состав центра также вошел концерн «Гранит-Электрон», подписано соглашение с Санкт-Петербургским ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр (ИАЦ)», на базе которого планируется развернуть Центр космических услуг Санкт-Петербурга.

Важная роль в решении сложных организационно-технических проблем, связанных с созданием СЗЦКМ, отводится задачам анализа и синтеза облика распределенной информационно-вычислительной и телекоммуникационной сети (ИВ и ТС), являющейся базовой структурой рассматриваемого центра, на основе комплексного (в том числе, и аналитико-имитационного) моделирования. Предполагается, что в будущем данная сеть будет наращиваться и взаимодействовать с аналогичными сетями других организаций (ИАЦ, Рижский технический университет, НПК «Рекод», ИТЦ «СКАНЭКС»). При создании рассматриваемой ИВ и ТС целесообразно проанализировать основные тенденции и перспективные подходы к решению задач анализа и синтеза данных сетей с использованием технологий комплексного моделирования, а также попытаться выработать конкретные предложения по обоснованию облика соответствующих систем моделирования. Указанные вопросы являются основным объектом исследований в предлагаемой статье.

Наиболее актуальными и современными проблемами, возникающими на стыке современной кибернетики и информатики, являются, во-первых, проблемы обоснования состава, структуры, количественных и качественных характеристик информации, необходимой для эффективного управления как самими бизнес-процессами, так и информационными системами, обеспечивающими успешную реализацию данных процессов, и, во-вторых, проблемы обработки, интеграции и анализа данных и знаний, получаемых из различных источников. Один из наиболее перспективных путей решения указанных проблем связан с созданием принципиально нового поколения информационно-

вычислительных ресурсов, в основу которых положены концепции и технологии самоуправляемых вычислений. Материализацию данных принципов и технологий предполагается в перспективе осуществлять при создании соответствующих самоуправляемых вычислительных систем. В современных условиях данные технологии уже начинают реализовываться в рамках соответствующих Grid-служб и сервисов. Важнейшая роль при проектировании, внедрении и эксплуатации указанных систем отводится вопросам их моделирования в условиях динамически изменяемой внутренней и внешней обстановок. Однако в настоящее время существует противоречие между возможностями существующих инструментальных средств и методического обеспечения моделирования и анализа самоуправляемых вычислительных систем, и теми требованиями, которые предъявляются к качеству решения проблем структурно-функционального анализа и синтеза указанных систем на различных этапах их жизненного цикла. В статье анализируются возможные пути разрешения данных противоречий. Результаты исследований иллюстрируются примерами, связанными с организацией и проведением комплексного моделирования интегрированной распределенной системы мониторинга состояний сложных динамических объектов в критических приложениях.

2. Современное состояние исследований проблем комплексного моделирования адаптивных и самоуправляемых вычислительных систем. Анализ современных тенденций развития информационных технологий и систем (ИТ и ИС) показывает, что все ведущие зарубежные и отечественные компании, специализирующиеся в данной области, строили и строят корпоративные информационные инфраструктуры только по вертикальному принципу, руководствуясь частными критериями и плохо согласуя собственные представления с требованиями бизнеса. В результате реализации указанных тенденций традиционные подходы к автоматизации бизнес-процессов находятся в настоящее время если не в кризисном, то в предкризисном состоянии. При этом трудности управления современными корпоративными информационными системами (КИС) выходят за рамки администрирования отдельных программных сред. Необходимость интеграции нескольких гетерогенных сред в общекорпоративные вычислительные системы и стремление выйти за пределы компании, подключившись к Internet, формируют новый уровень сложности. Так, например, для того, чтобы справиться с разнообразием внешних и внутренних запросов к соответствующим бизнес-приложениям, современные ИТ компании вынуждены распределять решения в бизнес-системах по сотням и тысячам серверов. В этих условиях традиционное ручное управление

(администрирование) этим многообразием информационных ресурсов становится невозможным как по организационным, так и по финансовым причинам. Сегодня по данным зарубежных аналитиков только 30% ИТ-бюджетов компаний может быть направлено на развитие ИТ-технологий, остальное уходит на поддержку существующих ИТ-технологий. Если ничего не предпринимать, то к 2014 году это соотношение изменится до 5:95 [1, 5].

Для преодоления указанных тенденций весьма перспективным представляется создание новых поколений ИТ и ИС, построенных на основе концепций **адаптивного управления и самоорганизации**. Разрабатываемые **самоуправляемые вычислительные системы (СМС)**, по замыслам их создателей, должны в будущем самостоятельно организовывать своё функционирование с учётом требований, сформулированных их администраторами. Говоря о свойствах будущих адаптивных и самоорганизующихся компьютерных систем необходимо, в первую очередь, выделить следующие свойства [2, 3, 6]:

1. *Самосознание и проактивность*. Все компоненты адаптивных и самоорганизующихся информационных систем (АдСИС) должны уметь идентифицировать («Ощущать») себя в составе единой структуры. Данное осознание проявляется на всех уровнях АдСИС, аналогично мозгу человека, получающему исчерпывающую информацию о всех частях тела, их текущем состоянии, имеющихся связях с другими системами.

Проактивность же АдСИС должна опираться на реализацию семи базовых принципов: обеспечение непосредственной связи с физическим миром; «глубокие» сетевые взаимодействия; макрообработка; функционирование в условиях неопределённости; целенаправленность и предвидение; замкнутый цикл управления; персонификация.

2. *Способность к переконфигурированию* (самоконфигурирование). Данное свойство АдСИС состоит в её способности самостоятельно под воздействием внешних и/или внутренних причин (условий), имеющих как объективный, так и субъективный характер, оперативно изменять свой состав (компоненты) и структуры (технические, топологические, организационные и т. п.).

3. *Самосовершенствование и самооптимизация*. На основе анализа результатов своего функционирования АдСИС должно постоянно искать и реализовывать способы оптимизации своей работы. Конкретное проявление этого свойства осуществляется, например, при поиске наилучших (оптимальных) вариантов использования ресурсов самой АдСИС без вмешательства человека.

4. *Самолечение* — диагностика неисправностей, устранение их последствий, локализация ошибок, изоляция сбойных узлов, подключение избыточных модулей.

5. *Самосохранение*. Виртуальный мир не менее опасен, чем реальный, поэтому адаптивная система должна уметь сама заботиться о своей безопасности, как это, например, делают биологические системы, выделяя угрозу и предпринимая меры защиты, адекватные своим возможностям и поставленной задаче.

6. *Общественное поведение* — способность следить за своим окружением и вести себя адекватно обстановке: искать и генерировать правила наилучшего взаимодействия с соседними системами, брать займы простаивающие ресурсы, отдавать свои при необходимости.

7. *Коммуникабельность* — АдСИС не должна замыкаться сама в себе, она функционирует не в изолированном мире. Сохраняя независимость в вопросах собственного управления, она вынуждена функционировать в гетерогенном мире и «говорить» с ним на языке открытых стандартов.

8. *Благожелательность и правдивость*. Готовность АдСИС и их основных подсистем взаимодействовать друг с другом для решения как собственных задач, так и задач, которые им поручает пользователь; невозможность манипулирования и распространения информации, которая самими АдСИС определена как заведомо ложная и опасная.

В современных условиях ведущие производители компьютерных технологий и систем осознают необходимость и важность проблем создания и внедрения в XXI веке концепции адаптивного управления и самоорганизации в информационную сферу. Указанные информационные технологии XXI века уже получили определение «естественные», «органичные» (Organic IT). Данной терминологией аналитики из Forrester Research [1, 2, 9], хотя и подчеркнуть необходимость более органичного, естественного, непосредственного использования ИТ в интересах бизнес-приложений.

Внедрение Organic IT призвано решить следующие три группы задач:

- эффективное использование ресурсов (Utilization), данная технология должна допускать масштабирование ресурсов АдСИС вверх и вниз без перерывов в обслуживании; по своей надёжности данные системы должны быть подобны современным энергетическим или телефонным сетям;

- интеграция (integration). Organic IT должны позволять легко и просто объединять разнородные технологии;
- управляемость (manageability). Organic IT должны поддерживать процессы автоматической инсталляции, балансировки нагрузки, обнаружения неисправностей и восстановления, оставляя оператору возможность вмешательства только в условиях нештатных ситуаций.

В качестве конкретных примеров продвижения к «естественным» компьютерным системам со стороны крупных корпораций-производителей информационных услуг можно, в первую очередь, назвать следующие корпорации [1]: Dell-Dynamic Computing; Hewlett-Packard-Adaptive Infrastructure (Adaptive Enterprise); IBM-Computing On Demand; Autonomous Computing; Microsoft-Dynamic Systems; Sun Microsystems-N1.

В качестве примеров конкретных реализаций разрабатываемых в настоящее время технологий адаптивного управления компьютерными системами приведём результаты, полученные двумя ведущими компаниями-производителями, информационно-вычислительной техники, к которым мы отнесём компанию IBM и Hewlett-Packard. Краткий анализ данных результатов позволит нам определить главные тенденции в создании адаптивных информационных систем и технологий (АдСИС и АдИТ) и выявить основные нерешённые проблемы в данной области.

При разработке своей политики в области адаптивных информационных технологий компания IBM исходит из ряда принципиальных положений.

Во-первых, современная ИТ-индустрия вступила в эпоху предоставления своих ресурсов по требованию (On Demand). Бизнес готов оплачивать равно столько ресурсов, сколько ему необходимо. Лишние ресурсы — это замороженные инвестиции и ресурсы (более того, потерянные ресурсы, учитывая быстрое моральное старение оборудования). Недостаточные ресурсы — это упущенная выгода. Данная концепция использования ИТ-ресурсов позволит по-новому подойти к решению классических проблем рынка компьютерных услуг, к которым относятся проблемы: улучшения показателя возврата инвестиций (return on investment, ROI), уменьшения общей стоимости владения (total cost of ownership, TCO), улучшение качества обслуживания (quality of service, QoS).

Во-вторых, на современном этапе развития ИТ-технологий главная цель конструкторов ИС должна состоять в обеспечении устойчивого автономного функционирования соответствующих распределён-

ных гетерогенных конфигураций, способных справляться не только с аппаратными сбоями, но и самостоятельно оптимально распределять имеющиеся ресурсы, предсказывать моменты увеличения входной нагрузки, осуществлять эффективное масштабирование компонентов ИС и т. п.

И, наконец, *в-третьих*, IBM предлагает в своих исследованиях перенести акцент вопросов наилучшего использования аппаратуры (технического обеспечения) ИС на проблемы комплексного использования всех её ресурсов, собранных в адаптивную конфигурацию, призванную решать конкретные задачи пользователей при гарантированном соблюдении необходимого уровня услуг. Анализ показывает, что успех продвижения адаптивных ИС возможен только при взаимопроникновении ИТ и бизнеса. ИТ должны способствовать процессу полной формализации бизнес-процессов, а бизнес (и другие потребители ИТ-услуг, например, государственные структуры) — более чётко ориентировать новые ИТ на решение насущных прикладных задач.

Современный рынок настоятельно требует уменьшения расходов на ИТ, упрощения управления конфигурациями, более быстрого возврата инвестиций, высокой готовности и производительности. Разрабатываемые в настоящее время концепции адаптивных и самоорганизующихся ИС не только отвечают всем этим задачам, но и определяют пути создания новых ИТ и эволюционной смены существующей парадигмы управления и построения ИТ-конфигураций.

Специалистами IBM в основу архитектуры нового поколения ИС (адаптивных ИС) положен цикл адаптивного управления (autonomic control loop), который включает в себя четыре основных функции:

- сбор, агрегирование и фильтрация информации, поступающей от каждого элемента АдСИС;
- анализ полученной информации, оценивание состояний, ситуаций и обстановки, складывающейся в АдСИС и во внешней среде, прогнозирование состояний, ситуаций и обстановки на основе комплексного моделирования;
- структурирование управляющих воздействий (формирование плана действий), необходимых для достижения поставленных перед АдСИС задач в соответствии с принятыми политиками реагирования;
- оперативная реализация запланированных управляющих воздействий в реальном масштабе времени, контроль и учёт выполнения плана.

Данные функции в будущей архитектуре АдСИС возлагаются соответственно на 4 основные подсистемы: монитор, анализатор, планировщик, локомотив [1, 5]. В IBM Research развернули проект создания Emerging Technology Toolkit (ЕТТК), цель которого состоит в виртуализации мониторинга и регулирования процессов, происходящих в компонентах ИТ-инфраструктуры. ЕТТК представляет собой инструментарий проектирования, разработки и выполнения функций аварийного реагирования для адаптивных систем, grid-сред и Web-служб. С помощью ЕТТК можно будет задавать различные политики (технологии) поведения системы. В состав ЕТТК входят [2, 5]: Web-службы, образцы программ, утилиты и специфический инструмент (ReGS, Autonomic logging, XML Parser, UDDI-клиент и т.п.), необходимый для создания адаптивных систем. Текущая версия ЕТТК 1.1.1 содержит демонстрационные примеры WS-Policy, Self-Healing/Optimizing Autonomic Computing и комплект инструментов Autonomic Computing Toolset, Common Base Event Data Format, Web Services Integration, Web Services Failure Recovery, IBM Grid Toolbox, WS-Reliable Messaging, IMX Bridge and Apache AXIS. Для формирования и выбора политик (технологий) функционирования АдСИС компаний IBM предлагается использовать IT Process Model, являющийся своего рода корпоративным диалектом ITIL (IT Infrastructure Library [5]).

Для построения конфигурации, работающих по запросу и реализующих концепцию адаптивных систем, IBM предлагает в настоящее время следующий путь решений [5]:

- 1) iSeries Enterprise Edition включающий в себя OS1400, Web Sphere Application Server, Tivoli Storage Manager, Lotus Sametime и Quickplace, Integrated xSeries Adapter, Standby-процессор для Linux. Данный программный продукт представляет собой средства обеспечения среды On/Off Capacity on Demand. В состав данных средств также входит самооптимизирующаяся СУБД UDB DB2, динамические логические разделы, самозащита на основе Enterprise Identity Mapping, интегрированные средства самоконфигурирования, автоматические средства балансировки нагрузки и измерения производительности, интегрированный и самоконфигурируемый сервер WebSphere Application, встроенный IBM HTTP Server (на основе Apache), управление памятью, кэширование дисков для средств с транзакциями большого объема.

- 2) Оптимизирующий комплект для zSeries, состоящий из Workload Manger, Intelligent Resource Director, Tivoli Monitoring for Web Infrastructure, WebSphere Application Server, z/OS. На данный момент WebSphere для zSeries и z/OS обеспечивает качество обслуживания на

уровне мэйнфреймов: управление нагрузкой для ОС z/OS с грануляцией средствами Workload Manager и динамическим перераспределением ресурсов; автоматизированные средства устранения неисправностей для отдельного сервера или кластера Parallel Sysplex; средства обеспечения безопасности (аппаратная криптография, цифровая подпись, инструменты управления корпоративной безопасностью); управление производительностью средствами Tivoli Monitoring.

3) Инструментарий управления ресурсами, включающий Tivoli Identity Manager, Tivoli Access Manager, Directory Integrator, pSeries, xSeries (Blade-серверы) и позволяющий автоматически идентифицировать потоки бизнес-процессов, обрабатывать профили ИТ-ресурсов и обеспечивающий постоянный доступ к бизнес-ресурсам через масштабируемые порталы. Другие предлагаемые IBM решения, направленные на автоматизацию и адаптацию ИС, представлены в таблице.

Таблица 1

Автоматизируемые функции адаптивного управления	Технологическая реализация
Управление сервисом для решения бизнес-задач	<ul style="list-style-type: none"> • Web Sphere Bus. Integration • Tivoli Business System Mgr • Tivoli Service Level Advisor • Tivoli License Manager
«Оркестровка» на основе политик	<ul style="list-style-type: none"> • Tivoli Intelligent Orchestrator for Service Optimization • Tivoli Provisioning Director
Обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> • Identities and Storage • Tivoli Identity Manager • Tivoli Configuration Mgr • Tivoli Storage Resource Mgr
Оптимизация	<ul style="list-style-type: none"> • Workload Distribution and • Tivoli Storage resource Mgr • Tivoli Workload Sheldeler • Web Sphere Application Srvr
Безопасность	<ul style="list-style-type: none"> • Tivoli Access Manager • Tivoli Identity Manager • Tivoli Risk Manager • IBM Directory Integrator
Доступность	<ul style="list-style-type: none"> • Tivoli Enterprise Console • Tivoli Storage Manager • Disaster Recovery

Компанией Hewlett-Packard в качестве глобальной цели при стратегическом планировании рассматривается создание технологий построения информационной инфраструктуры «адаптивного предприятия» (Adaptive Enterprise) [6–9]. Предприятие такого типа будет развиваться, подчиняясь эволюционным закономерностям, которые, в своё время, были описаны Чарльзом Дарвином. Его именем названа предложенная компанией платформа (Darwin Reference Architecture), на которой будет возводиться (Adaptive Enterprise) [2].

Первым серьёзным шагом HP в направлении создания такого рода предприятий стало создание комплекса технологий Utility Data Center (UDC), предназначенных для построения центров обработки данных. Структура UDC, состоящая из пулов серверов и пулов систем хранения, допускает динамическое переконфигурирование средствами управляющего программного инструментария Utility Controller Software. Создание программируемого центра управления данными решает три основные задачи, стоящие перед IT-руководителями: перспективное планирование ресурсов; обеспечение безопасности; предоставление сервисов с возможностью оценки их экономической эффективности.

Основной лозунг UDC выглядит так: «Wire once, rewire programmatically dynamically reposition resources» [6]. Создав динамически программируемый центр обработки данных, компания HP сделала чрезвычайно важный шаг, осуществив переход от существовавших до сих пор статичных архитектур к программируемым архитектурам. Физическую основу UDC составляют пулы серверов и систем хранения, из которых можно «нарезать» автоматизированные «серверные фермы» (масштабируемые и программируемые вычислительные структуры требуемого размера и архитектуры). UDC обеспечивает динамическую сборку, модификацию, мониторинг, управление параметрами многоуровневой прикладной архитектуры.

В состав UDC входит ряд ключевых компонентов: физические ресурсы, состоящие из заранее скомутированных и заранее протестированных пулов, из которых формируются нужные фермы по запросу; инструментарий управления ресурсами YH Utility Controller (UC), который обеспечивает развёртывание, сегментацию ферм и управление ими с учётом того, что каждая из ферм имеет свои собственные ресурсы и использует часть общесистемных ресурсов; инструментарий управления сервисами Integrated Service Management (ISM), взаимодействующий с UC и обеспечивающий выполнение бизнес-процессов.

Управление UDC осуществляется средствами специализированного портала UC Portal, который позволяет в наглядной форме в визуальном режиме выполнять динамическое проектирование, конфигурирование и мониторинг серверных ферм.

Важнейшим этапом перехода к АдСИС компания НР считает *этап виртуализации информационных ресурсов*. Посредством виртуализации логические функции серверов, накопителей, сетевых ресурсов и других системных компонентов отделяются от их физических функций (от процессоров, от оперативной памяти, от дисков, систем ввода-вывода, дисков, коммутаторов и т. д.); далее они переводятся в общие пулы ресурсов, которыми в дальнейшем удобно управлять в автоматическом и/или автоматизированном режимах работы. К настоящему времени компанией НР предложено и реализовано несколько вариантов и направлений виртуализации информационных ресурсов [6]: виртуализация серверов, виртуализация телекоммуникационной сети, виртуализация систем хранения данных, виртуализация приложений.

По замыслам НР созданные UDC и виртуализация информационных ресурсов создают основу для перехода к Darwin Reference Architecture. Данная архитектура [2, 7] служит средством для создания и развития горизонтальных информационных структур, позволяющих проводить адаптацию ИС и ИТ к изменяющимся целям и задачам бизнес-систем. В рамках указанной архитектуры будут оперативно собираться (синтезироваться) два типа ресурсов. При этом предлагается три уровня управления [7]:

- компонентный уровень, управляющий составом центра обработки данных;
- сервисный уровень, управляющий агрегированными компонентами и поставляющий прикладные серверы;
- уровень бизнеса, управляющий пользователями и правами доступа к приложениям.

В целом будущая Darwin Reference Architecture должна обеспечить постоянный баланс между запросами бизнеса на сервисы и ресурсами инфраструктуры, поставляющими эти сервисы.

В настоящее время наблюдается существенный разрыв между уровнем общественного производства, базирующемся на поточно-индустриальных технологиях, и уровнем управления этим производством, которое, к сожалению, в большинстве случаев основывается на интуиции и искусстве человека-оператора (в нашем случае администраторов баз данных, администраторов и системных программистов

ИС). Данное положение в полной мере оказывается справедливым применительно и к информационной сфере, в рамках которой производится и используется информация.

Поэтому одна из основных тенденций развития информационных технологий и систем (ИТ и ИС) в XXI веке, с нашей точки зрения, будет связана с решением проблемы всесторонней интеграции указанных технологий и систем с существующими и будущими производственными и социально-экономическими структурами. Для успешного решения данной междисциплинарной проблемы, в свою очередь, необходимо решить целый ряд научно-методологических и прикладных проблем, к числу которых можно отнести следующие проблемы.

Одной из наиболее актуальных и интересных научно-методологических проблем, возникающих на стыке современной кибернетики и информатики, является проблема обоснования состава, структуры, количественных и качественных характеристик информации, необходимой для эффективного управления как самими бизнес-приложениями, так и информационными системами, обеспечивающими успешную реализацию бизнес-процессов. В этой связи в числе первоочередных задач, требующих своего решения, можно назвать следующие задачи [3]:

- формирование и обоснование системы показателей меры информации, необходимой для эффективного функционирования АдСИС (для различных классов потребителей и приложений);
- разработка и обоснование методов и алгоритмов определения значений показателей меры информации;
- разработка и обоснование структуры системы регулярного измерения информации;
- разработка и обоснование методов анализа и синтеза адаптивных технологий организации и реализации процессов генерирования, регистрации, сбора, передачи, накопления, хранения, поиска, переработки и выдачи информации конечным пользователям с учётом объективных потребностей в информации и объективных предпосылок реализации перечисленных процессов;
- разработка и обоснование моделей, методов и алгоритмов адаптивного управления качеством информации.

К более общим концептуальным вопросам создания и внедрения АдСИС, требующим первоочередного решения, можно отнести: исследование вопросов взаимодействия людей с АдСИС. В частности, исследование вопросов формулировки целей АдСИС и правильной их интерпретации ими; исследование вопросов «разумного» поведения

АдСИС в случае неверной (некорректной) постановки целей; анализ возможных путей использования принципов и способов поведения биологических систем при синтезе АдСИС на различных этапах её жизненного цикла. В частности, построение таких механизмов (процедур) функционирования данных ИС, при которых процессы обработки информации были бы аналогичны тем, что есть у человека. В частности, говоря об «эмоциональной» составляющей в поведении АдСИС целесообразно выделить три уровня обработки информации: реактивный (reaction); рутинный (routine); рефлексивный (reflection).

Технологические проблемы (вопросы), требующие своего решения, включают в себя: исследование таких базовых свойств адаптивных ИС (АдСИС), как самоконфигурирование, самообслуживание, самооптимизация, отказоустойчивость (самозащита). Анализ основных факторов, влияющих на данные свойства. В частности, как данные свойства АдСИС зависят от вариантов индивидуального поведения и целей отдельных саморегулирующих элементов, входящих в состав указанных систем; формирование таких правил поведения саморегулирующихся элементов, при реализации которых обеспечивалось бы требуемое глобальное поведение АдСИС; исследование вопросов сходимости итерационных процедур поиска программ совместного функционирования саморегулируемых элементов.

В рамках классической кибернетики и её прикладных теорий управления, появившихся во второй половине XX века в соответствующих предметных областях, были разработаны многочисленные модели, методы, алгоритмы, методики анализа и структурно-функционального синтеза адаптивных и самоорганизующихся технико-технологических систем. Однако, как показывает анализ, для современных сложных неоднородных территориально распределённых корпоративных информационных систем с перестраиваемой структурой прямое использование научно-практических результатов, ранее полученных в кибернетике и прикладных теориях управления, затруднено. Необходимо дальнейшее развитие как общих законов управления применительно к рассматриваемым объектам, так и конкретных методологий и методик исследования и применения АдСИС в различных предметных областях.

3. Полученные результаты исследований. На основе ранее выполненных исследований, предложено содержательное и формальное описание проблемы комплексного моделирования процессов функционирования АдСИС осуществлять на основе структурно-математического подхода [10–15, 20–24]. Применительно к перечис-

ленным ранее проблемам и задачам описания и анализа свойств АдСИС каждому из основополагающих понятий структурно-математического подхода можно, в этом случае, придать глубокий системный смысл и соответствующую прикладную интерпретацию. Последнее обстоятельство является весьма существенным, так как целевое предназначение моделей АдСИС, а также собственно и целенаправленность самого процесса моделирования позволяют в этом случае переходить в предлагаемых Н. Бурбаки порождающих математических структурах от абстрактных множеств и отношений к конкретным множествам и отношениям, описывающим различные аспекты существующих либо виртуальных объектов и систем. При такой интерпретации каждый класс математических моделей следует рассматривать в рамках определённого рода математической структуры, а переход между классами формально можно осуществлять по тем же правилам, что и переход между родами структур, например, путём введения новых аксиом или замены старых аксиом новыми, введением новых ступеней и новых базисных множеств. На тех же принципах может быть проведена классификация моделей, установлена и исследована взаимосвязь различных классов моделей, проведён анализ различных схем декомпозиции (агрегирования) моделей и полимодельных комплексов, их согласование и координация. Анализ ранее выполненных работ по данной проблематике показал, что, базируясь на формальных системах Н. Бурбаки, удаётся с единых системных позиций подойти к изучению и исследованию различных видов и типов моделей таких, например, как: статические и динамические модели; детерминированные, стохастические и нечёткие модели; математические, логико-лингвистические и логико-алгебраические модели, которые традиционно рассматриваются современными научно-педагогическими школами в достаточной степени изолированно (не связано). Несомненное достоинство структурно-математического подхода состоит ещё и в том, что у исследователей появляется возможность на конструктивном уровне использовать знания и результаты, накопленные в одних разделах математики для решения проблем, существующих в других её разделах. В целом на основе предлагаемого подхода удалось сформировать обобщенную структуру формального описания как облика, так и вариантов функционирования перспективных АдСИС. При этом удаётся с единых позиций подойти к анализу и обоснованному выбору возможных путей решения различных частных задач оптимизации поведения данных ИС, которые могут быть сформулированы, например, как задачи векторной оптимизации, задачи

игрового, каскадного, многоэтапного и группового выбора [16–18]. В целом общая технология постановки и решения задач структурно-функционального синтеза облика АдСИС и выбора их поведения в условиях неопределённости и многокритериальности, по сути, сводится, во-первых, к построению множества допустимых альтернатив (управляющих воздействий), и, во-вторых, к поиску такой конкретной альтернативы (множеству допустимых альтернатив), при которой результирующая функция выбора принимает экстремальное значение. При этом в рамках принятой авторами концепции субъектно-объектного моделирования, для решения рассматриваемых задач выбора необходимо на основе практической реализации принципов внешнего дополнения и неокончателных решений привести в исходную постановку данных задач такую информацию, которая позволит «снять» как критериальную, так и модельную неопределённость и свести решаемую задачу с неопределённостью к её детерминированному эквиваленту. С этой целью субъектом (субъектами) выбираются принципы оптимального выбора, соответствующие конкретной задаче, выдвигаются различного рода гипотезы (в задачах игрового выбора, например, речь идёт о гипотезах информированности игроков, порядке их действий и т. п.).

Анализ возможных путей использования принципов и способов поведения биологических систем при анализе и синтезе АдСИС показал, что целесообразно в этом случае выделять, как это указывалось ранее три уровня обработки информации: реактивный (reaction); рутинный (routine); рефлексивный (reflection). При выполнении исследований был проведен анализ возможностей конструктивного описания данных уровней обработки информации с использованием современных интеллектуальных информационных технологий (ИИТ). В качестве примеров таких технологий, в первую очередь, были рассмотрены [3, 15, 16]:

- технологии экспертных систем (Expert Systems) или систем, основанных на знаниях (Knowledge-Based Systems);
- технологии нечёткой логики (Fuzzy Logic);
- технологии искусственных нейронных сетей (Artificial Neural Networks);
- технологии вывода, основанного на прецедентах (Case Based Reasoning, CBR) CBR-технологии;
- технологии естественно-языковых систем и онтологии;
- технологии ассоциативной памяти;

- технологии когнитивного картирования и операционного кодирования;
- технологии эволюционного моделирования.

Были рассмотрены наиболее перспективные (с точки зрения конструктивного учета принципов и способов поведения биологических систем) варианты интеграции интеллектуальных информационных технологий с традиционными технологиями комплексного моделирования АдСИС. При этом, говоря о возможных конкретных путях согласования соответствующих математических (аналитико-имитационных) моделей принятия решений с их логико-алгебраическими и логико-лингвистическими аналогами (моделями), построенными на основе ИИТ, при проведении исследований мы ориентировались на результаты, полученные к настоящему времени в области концептуального программирования. Предлагаемые в рамках данных исследований формализмы, и, в первую очередь, вычислительные модели представления знаний, предоставляют широкие возможности по объединению (интеграции) результатов, полученных ранее с использованием сетевых моделей и методов представления и обработки знаний, с теми результатами, которые базируются на результатах классической теории управления и исследования операций. При этом, как показывает анализ, важная роль в конструктивном решении проблем согласования (координации) моделей принятия решений, рассматриваемых классов, принадлежит таким моделям как сети Петри и их различным модификациям. В последние годы сети Петри завоевали широкое признание, прежде всего, как удобный и наглядный инструмент описания моделей многоуровневых процессов параллельного, потокового, пространственно распределённого, асинхронного преобразования информации.

В отличие от традиционно используемых в этом случае автоматов, сети Петри позволяют формализовать множество разнотипных объектов (ИС, АдСИС, СИС) и происходящих в них процессов на основе установления локальных (распределённых) отношений между компонентами в соответствующих моделях и отслеживания локальных (распределённых) изменений состояний во всей системе моделей преобразования и обработки информации.

Анализ многочисленных работ по указанной тематике показывает, что к настоящему времени для данных моделей разработаны и реализованы разнообразные инструментальные средства, позволяющие осуществлять автоматическое либо автоматизированное преобразование сетей, их конструирование и анализ. Данные преобразования бази-

руются на нормальном представлении подкласса сетей Петри (регулярных сетях) и их обобщениях (структурированных сетях), основанных, в свою очередь, на алгебре регулярных сетей, разработанных В.Е. Котовым. Используя сети Петри, можно на конструктивном уровне осуществить интеграцию таких важнейших классов моделей подготовки и принятия решений, как: вычислительные модели, используемые для описания алгоритмов оперативного управления режимами работы энергосистемы; экспертные модели для описания управляющей деятельности диспетчеров энергосистемы; диалоговые модели для описания человеко-машинного взаимодействия. В проекте осуществляется дальнейшее развитие и обобщение данного подхода на основе разрабатываемой авторами теории управления структурной динамикой сложных технических объектов в критических приложениях [17–20].

Применительно к такому виду АдСИС как АСУ активными подвижными объектами (АПО) был предложен полимодельный комплекс, в рамках соответствующей имитационной системы (ИМС), который включает в себя следующие модели (см. рис. 1) [18–22]:

- модели функционирования АСУ АПО и объектов обслуживания (ОБО) (блок I);
- модели оценки и анализа состояния АСУ АПО, оценки обстановки (блок II);
- модели принятия решений в АСУ АПО (блок III);

Блок моделей функционирования АСУ АПО, ОБО включает в себя: модели функционирования АПО, системы АПО, группировки систем АПО (блоки 1, 2, 3); модели функционирования пунктов обслуживания (ПО) (блок 4), пункты управления (ПУ), (блок 5), центральный ПУ (ЦПУ) (блок 6); модели взаимодействия основных элементов и подсистем АСУ АПО между собой и ОБО (блок 7); модели функционирования ОБО (блок 8); модели воздействия внешней среды на АСУ АПО (блок 9); модели имитации результатов целевого применения АСУ АПО (блок 10).

В общем случае функционирование АПО предполагает информационный, вещественный, энергетический обмен с ОБО, с другими АПО, внешней средой, функционирование аппаратуры, расход (полное) ресурсов АПО, перемещение АПО.

Блок моделей оценки и анализа состояния АПО, АСУ АПО, оценки обстановки включает в себя: модели и алгоритмы оценки и анализа состояния движения, аппаратуры, ресурсов и обмена АПО (блок 11);

модели и алгоритмы оценки и анализа состояния ОБО (блок 12); модели и алгоритмы оценки и анализа ситуаций и обстановки (блок 13).

В блок 3 входят: модели и алгоритмы долгосрочного и оперативного планирования ОВ в АСУ АПО (блок 14); модели и алгоритмы управления структурами АСУ АПО (блок 15): топологической (блок 16), технической (блок 17), технологической (блок 18), организационной (блок 19); структурой СПМО (блок 20), информационной структурой (блок 21); модели и алгоритмы коррекции долгосрочных и оперативных планов проведения ОВ в АСУ АПО (блок 22); модели и алгоритмы решения задач координации в АСУ АПО на этапах планирования (блок 24), коррекции (блок 25), оперативного управления (блок 26); модели и алгоритмы оперативного управления элементами и подсистемами АСУ АПО (блок 23). Кроме того, в состав имитационной системы включена система управления, сопряжения и интерпретации, в которую, в свою очередь, входят: общая диалоговая система управления СПМО (блок 27), локальные системы управления и сопряжения (блок 28), блок обработки, анализа и интерпретации результатов планирования, управления, моделирования (блок 30), блок формализации сценариев моделирования (блок 31), блок параметрической и структурной адаптации СПМО (блок 32), блок выработки рекомендаций по организации процедур моделирования и принятия решений (блок 29). Важную роль в решении задач анализа и синтеза АСУ АПО играет информационное обеспечение, включающее в себя: базы данных о состоянии АПО (блок 33), АСУ АПО (блок 35), ОБО (блок 34), в целом по обстановке (блок 35); базы данных об аналитических и имитационных моделях функционирования и принятия решений в АСУ АПО (блок 36). Используя предложенную имитационную систему, к настоящему времени удалось успешно решить широкий спектр задач управления структурной динамикой АСУ АПО, моделирования отдельных аспектов функционирования АдСИС.

В ходе проведенных исследований были разработаны комбинированные методы и алгоритмы комплексного моделирования процессов функционирования основных элементов и подсистем АдСИС. В том числе были разработаны комбинированные методы и алгоритмы решения задач выбора оптимальных программ управления структурной динамикой (УСД) АдСИС в централизованном и децентрализованном режимах их функционирования. В качестве базового комбинированного метода предложено использовать сочетание метода ветвей и границ и метода последовательных приближений. Теоретическое обоснование данного метода основано на доказанной ранее теореме о свойствах

релаксированной задачи выбора оптимальной программы УСД сложными техническими системами (СТС). Особенности реализации предлагаемого комбинированного метода проиллюстрированы при решении примера. Предложены алгоритмы параметрической и структурной адаптации моделей АдСИС, основанные на комбинировании методов случайного поиска, “пси” преобразований, методов, используемых при эволюционном моделировании. На основе аналитико-имитационного моделирования проанализированы различные варианты деградации и реконфигурации структур АдСИС (на примере АСУ АПО). Кроме того, при проведении исследований были рассмотрены возможные пути использования разработанной ранее интеллектуальной информационной технологии мониторинга состояния СТС применительно к АдСИС.

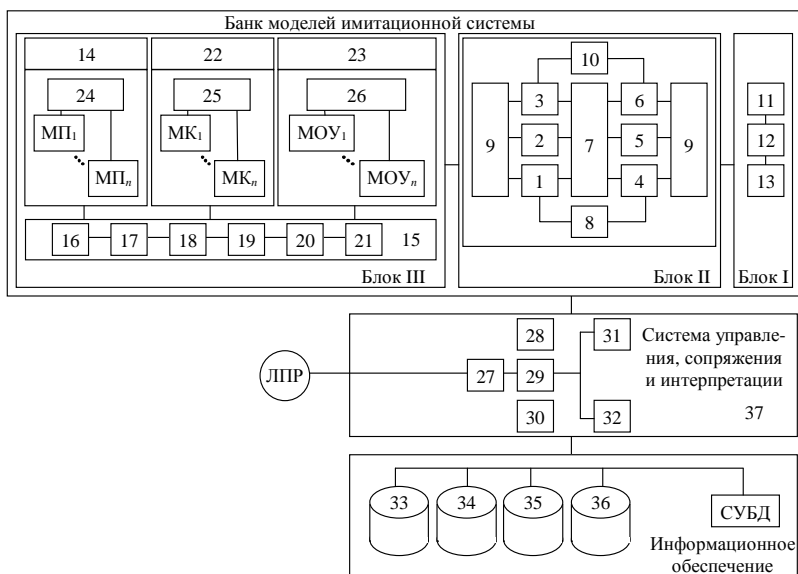


Рис. 1. Обобщенная структура разрабатываемой имитационной системы.

Заключение. Предложенный подход к описанию как облика, так и вариантов функционирования перспективных АдСИС имеет большое прикладное значение, так как он позволяет на этапах концептуального моделирования предметной области и объектно-ориентированной спецификации обоснованно определить состав и структуру создаваемой интегрированной системы поддержки принятия

решений, используемой при оценивании и управлении качеством моделей и полимодельных комплексов, определять состав и структуру запросов к соответствующей базе знаний моделей и полимодельных комплексов.

Разработанные к настоящему времени технологии комплексного (гибридного) моделирования процессов функционирования АдСИС позволяют при исследовании и решении различных классов задач анализа и синтеза указанных систем на конструктивном уровне использовать фундаментальные и прикладные результаты, полученные в таких теориях как искусственный интеллект, исследование операций, теория систем и управления, системный анализ.

Практическая ценность полученных результатов состоит также в высокой степени унификации и масштабируемости разработанного модельно-алгоритмического обеспечения решения как задач оперативного структурно-функционального синтеза облика АдСИС в условиях возможной деградации их структур, так и задач собственно комплексного планирования их функционирования.

Предварительный анализ показывает, предложенную структуру имитационной системы целесообразно реализовать для проведения расчетов основных показателей качества создаваемой в рамках проекта ESTLATRUS 2.1/ELRI –184/2011/14 «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems» территориально-распределенной информационной системы мониторинга эколого-технологических объектов, а также многокритериального анализа и выбора перспективных путей ее развития.

Литература

1. *Волков Д.* ИТ в эпоху «демократизации» // Открытые системы. 2003. №10. С. 19–25.
2. *Дубова Н.* Корпоративная архитектура по Дарвину // Открытые системы. 2004. №9. С. 13–18.
3. *Черняк Л.* Адаптируемость и адаптивность // Открытые системы. 2004. №10. С. 30–35.
4. *Черняк Л.* От адаптивной инфраструктуры к адаптивному предприятию // Открытые системы. 2003. №10. С. 32–39.
5. *IBM, «Autonomic Computing: IBM’s Perspective on the State of Information Technology»*
6. *HP virtualization. Computing without boundaries or constraints. Enabling an adaptive enterprise, 2003, Hewlett-Packard.*
7. *HP Utility Data Center. Technical White paper, October 2001.*
8. *H. Wong, K. Sycara, «A Taxonomy of Middle Agents for the Internet», Proc. 4th Int. Conf. Multiagent Systems, IEEE CS Press, 2000.*
9. *Building an adaptive enterprise. Linking business and IT, October 2003, Hewlett-Packard.*

10. *Соколов Б.В., Зайчик Е.М., Потрясев С.А.* Комплексное моделирование мобильных информационных технологий и систем на различных этапах их жизненного цикла // V Международная научно-техническая конференция «Кибернетика и технологии XXI века», Воронеж, май 2005 г.: Сборник трудов НТК. Воронеж, ВГУ, 2005. С. 143–153.
11. *А.В. Архипов, Д.А. Иванов, Б.В. Соколов.* Общая постановка задачи синтеза логистических цепей в виртуальных предприятиях в условиях неопределенности // Международная научная школа “Моделирование и анализ безопасности и риска в качества сложных системах” СПб, 28 июня–1 июля 2005 г.: Труды Международной Научной Школы МА БР, СПб., 2005. С. 128–133.
12. *Sokolov B.V* Dynamic models of comprehensive scheduling for ground-based facilities communication with navigation spacecrafts // 16th IFAC Symposium on Automatic Control in Aerospace, June 14–18, 2004, Saint-Petersburg, Russia, A Proceedings Volume 1, Published for IFAC by Elsevier Limited, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK. P. 263–268.
13. *Ivanov D., Käschel J., Arkhipov A., Sokolov B., Zschorn L.* Quantitative Models of Collaborative Networks, In: Collaborative Networks and Their Breeding Environments, edited by L. Camarinho-Matos, H. Afsarmanesh, A. Ortiz, Springer, 2005. P. 387–394.
14. *Zaychik E, Sokolov B, Yusupov R* Principles, Models, Methods and Algorithms for the Structure Dynamics Control of Complex Technical Systems // International Conference on Computational Science and its Applications, ICCSA 2005, 9–12 May, Singapur, 2005.
15. *Соколов Б.В., Зайчик Е.М., Охтилев М.Ю.* Методологические и методические основы комплексного моделирования самоорганизующихся вычислений // III Всероссийская научная конференция “Управление и информационные технологии”, Санкт-Петербург, 30 июня–2 июля 2005 г.: Сборник докладов, т.2., Санкт-Петербург, 2005. С. 99–107.
16. *Zaychik E, Sokolov B, Verzilin D.* Integrated modeling of structure-dynamics control in complex technical systems // 19th European Conference on Modeling and Simulation ESMS 2005, “Simulation in Wider Europe”, June 1–4, 2005, Riga, Latvia, Proceedings, Riga Technical University, 2005. P. 341–346
17. *Соколов Б.В., Зайчик Е.М., Охтилев М.Ю.* Обобщенная процедура решения задач управления структурной динамикой сложных технических объектов // VII Международная конференция «Проблемы управления и моделирования в сложных системах», Самара, 27 июня–1 июля 2005 г.: Труды конференции / Под ред.: акад. Е.А. Федосова, акад. Н.А. Кузнецова, проф. В.А. Виттиха. Самара: Самарский научный центр РАН, 2005. С. 95–100.
18. *Соколов Б.В., Зайчик Е.М., Тарасов О.М.* Аналитико-имитационное моделирование процессов управления структурной динамикой активных подвижных объектов // Вторая Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности, «Имитационное моделирование. Теория и практика» Санкт-Петербург, 19–21 октября 2005 г.: Сборник докладов конференции. Т.2. СПб.: Изд-во ФГУП ЦНИИТС. 2005. С. 259–263.
19. *Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Чуприков А.Ю., Черников А.Д., Ничипорович О.П., Заозерский С.А., Иванов Д.А.* Имитационное моделирование информационных систем на основе программного комплекса мониторинга состояния сложных технических объектов в реальном масштабе времени // Вторая Всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности, «Имитационное моделирование. Теория и практика»

- Санкт-Петербург, 19–21 октября 2005 г.: Сборник докладов конференции. Т.2. СПб.: Изд-во ФГУП ЦНИИТС, 2005. С. 174–178.
20. *Охтилев М.Ю., Соколов Б.В.* Комплексное моделирование технологий самоуправляемых вычислений // Первая международная конференция «Системный анализ и информационные технологии», САИТ-2005, 12–16 сентября 2005 г., Переславль – Залесский, Россия: Труды конференции. Т.1. Москва: Изд-во КомКнига, 2005. С. 216–220.
 21. *Соколов Б.В., Юсупов Р.М.* Концептуальные основы обобщенного описания моделей и полимодельных комплексов // Мехатроника. 2004. №9. С. 2–9.
 22. *Соколов Б.В., Юсупов Р.М.* Квалиметрия моделей и полимодельных комплексов: концептуальные основы и пути развития // Мехатроника. 2004. №12. С. 2–10.
 23. *Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М.* Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с
 24. *Соколов Б.В., Охтилев М.Ю.* Новые информационные технологии мониторинга и управления состояниями сложных технических объектов в реальном масштабе времени // Труды СПИИРАН, под ред. Р.М. Юсупова – Вып. 2, т.2. — СПб.: Наука, 2005. С. 249–265.

Лектауэрс Арнис Илмарович — д-р инж. наук; доцент Кафедры имитационного моделирования Рижского технического университета. Область научных интересов: разработка интерактивных гибридных алгоритмов имитационного моделирования с применением в анализе сложных систем, и в изучении индустриальных, экономических, экологических проблем, а также задач устойчивого развития. Число научных публикаций — 22. arnis.lektauers@rtu.lv; РТУ, ул. Калкю, 1, Рига, LV-1658, Латвия; р.т. +371-67089514, факс +371-67089513.

Lektauers Arnis — Dr.sc.ing., assistant professor of the Department of Modelling and Simulation of Riga Technical University (RTU). Research interests: development of interactive hybrid modelling and simulation algorithms with an application to complex systems analysis and the research of industrial, economic, ecological and sustainable development problems. The number of publications — 22. arnis.lektauers@rtu.lv; RTU, Kalku Str. 1, Riga, LV-1658, Latvia; office phone +371-67089514, fax +371-67089513.

Охтилев Михаил Юрьевич — д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ; заместитель генерального конструктора Закрытого акционерного общества "Специального конструкторского бюро «ОРИОН» («СКБ «ОРИОН»»). Профессор Охтилев М.Ю. специалист в области системного анализа и исследования операций. Область научных интересов: системы поддержки принятия решений, теория программирования (Computer Science), теория алгоритмов, системы реального времени, математическая логика, математическая лингвистика, системы искусственного интеллекта. Автор более 190 научных трудов. oxt@mail.ru; ЗАО «СКБ «ОРИОН», ул. Тобольская, д. 12, Санкт-Петербург, 194044, РФ; р.т. +7(812) 327–1056, факс +7(812) 327–1056.

Okhtilev Mikhail Yurjevich — Doctor of Sciences (Tech), Prof., Honored scientist of Russian Federation; Deputy general designer of Special design organization «Orion» (SDO «Orion»). Prof. Okhtilev M.Y. is a specialist in the field of systems analysis and operations research. Research interests: systems of support of decision-making, theory of programming (Computer Science), theory of algorithms, systems of real time, mathematical logic, mathematical linguistics, systems of artificial intelligence. Author more than 190 publications.

oxt@mail.ru; SDO «Orion», Tobolskaya str., 12, St.Petersburg, 194044, Russia; office phone +7(812) 327–1056, fax +7(812) 327–1056.

Потрысаев Семен Алексеевич — к.т.н., старший научный сотрудник СПИИРАН. Потрысаев С.А. специалист в области системного анализа и исследования операций. Область научных интересов: разработка научных основ теории управления структурной динамикой сложных организационно-технических систем. Автор более 30 научных трудов. semp@mail.ru; СПИИРАН, 14-я линия, д. 39, Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7 (812) 328-0103.

Potrysaev Semen Alekseevich — Ph.D., Leading Researcher, SPIIRAS. Potrysaev S.A. is a specialist in the field of systems analysis and operations research. Research interests: development of research fundamentals for the control theory by structural dynamics of complex organizational-technical systems. The number of publications more than 30. semp@mail.ru; SPIIRAS, 14th Line, 39, St.Petersburg, 199178, Russia; office phone +7 (812) 328-0103.

Соколов Борис Владимирович — д.т.н., профессор, Заслуженный деятель науки РФ; заместитель директора СПИИРАН. Профессор Соколов Б.В. специалист в области системного анализа и исследования операций. Область научных интересов: разработка научных основ теории управления структурной динамикой сложных организационно-технических систем. Данная прикладная теория имеет междисциплинарный характер и базируется на результатах, полученных в таких областях научных знаний, как классическая теория управления, исследование операций, искусственный интеллект, теория систем и системный анализ. Автор 320 научных трудов, в том числе 3 монографий и 4 учебников. sokol@iias.spb.su; СПИИРАН, 14-я линия, д. 39, Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812) 328–0103, факс +7(812) 328–4450.

Sokolov Boris Vladimirovich — Doctor of Sciences (Tech), Prof., Honored scientist of Russian Federation; Deputy-Director for Research, SPIIRAS. Prof. Sokolov B.V. is a specialist in the field of systems analysis and operations research. Research interests: development of research fundamentals for the control theory by structural dynamics of complex organizational-technical systems. This applied theory has interdisciplinary character and is based on results obtained in classical control theory, operations research, artificial intelligence, theory of systems and systems analysis. The number of publications 320, including 3 monograph and 4 textbook. sokol@iias.spb.su; SPIIRAS, 14th Line, 39, St.Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812) 328–0103, fax +7(812) 328–4450.

Чуприков Александр Юрьевич — ведущий инженер ЗАО «СКБ Орион». Область научных интересов: автоматизированная обработка измерительной информации, параллельные вычисления. Число научных публикаций — 14. achup@mail.ru; Тобольская ул., д.12, г. Санкт-Петербург, 194044, Российская Федерация; р.т. +7(812)600-1512.

Chuprikov Alexander Yurievich — chief engineer of JSC «Orion» (SDO «Orion») Research interests: the automated processing of measurement data, parallel computing. The number of scientific publications - 14. achup@mail.ru; Tobolskaya st.,12, St. Petersburg, 194044, Russian Federation; phone number: +7(812)600-1512.

Шмелев Валентин Валерьевич — к.т.н.; старший преподаватель кафедры Технологий и средств комплексной обработки и передачи информации в автоматизированных системах управления (войсками) Военно-космической академии имени А.Ф. Можайского.

Область научных интересов: автоматизированная обработка измерительной информации, контроль и диагностирование технического состояния космических средств, экспертные системы. Число научных публикаций — 16. valja1978@yandex.ru; Ждановская ул., д. 13, г. Санкт-Петербург, 197082, Российская Федерация; р.т. +7(812)235-9565.

Shmelev Valentin Valerievich — Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Technology and the means of complex information processing and transmission in automatic control systems (troops) MilitarySpaceAcademy named after A.F.Mozhaiskiy. Research interests: the automated processing of measuring data, monitoring and diagnostics of technical state space systems, expert systems. The number of scientific publications — 16. valja1978@yandex.ru; Zhdanovskaya st., 13, St.Petersburg, 197082, Russian Federation; phone.number:+7(812)235-9565.

Поддержка исследований. Данная работа была выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №№ 11-08-01016, 11-08-00767, 12-07-13119-офи-м-РЖД, 12-07-00302, 13-07-00279, 13-08-00702, 13-08-01250), Программы фундаментальных исследований ОНИТ РАН (проект №2.11), проекта ESTLATRUS 2.1/ELRI – 184/2011/14 «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems», проекта ESTLATRUS/1.2./ELRI-121/2011/13 «Baltic ICT Platform».

Рекомендовано СПИИРАН, директор Юсупов Р.М., чл.-корр. РАН.
Статья поступила в редакцию 27.06.2013.

РЕФЕРАТ

Лектауэрс А.И., Охтилев М.Ю., Потрясаев С.А., Соколов Б.В., Чуприков А.Ю., Шмелев В.В. **Анализ перспективных подходов к решению задач комплексного моделирования технологий самоуправляемых вычислений в критических приложениях.**

В современных условиях ведущие производители компьютерных технологий и систем осознают необходимость и важность проблем создания и внедрения в XXI веке концепции адаптивного управления и самоорганизации в информационную сферу. Указанные информационные технологии XXI века уже получили определение «естественные», «органичные» (Organic IT). Данной терминологией аналитики из Forrester Research, хотя и подчеркнуть необходимость более органичного, естественного, непосредственного использования ИТ в интересах бизнес-приложений. Внедрение Organic IT призвано решить следующие три группы задач: эффективное использование ресурсов (Utilization), данная технология должна допускать масштабирование ресурсов АДИС вверх и вниз без перерывов в обслуживании; по своей надёжности данные системы должны быть подобны современным энергетическим или телефонным сетям; интеграция (integration). Organic IT должны позволять легко и просто объединять разнородные технологии; управляемость (manageability). Organic IT должны поддерживать процессы автоматической инсталляции, балансировки нагрузки, обнаружения неисправностей и восстановления, оставляя оператору возможность вмешательства только в условиях нештатных ситуаций.

В статье в качестве примеров конкретных реализаций разрабатываемых в настоящее время технологий адаптивного управления компьютерными системами приведены результаты, полученные двумя ведущими компаниями-производителями, информационно-вычислительной техники, к которым мы отнесём компанию IBM и Hewlett-Packard. Рассмотренные тенденции развития информационных и телекоммуникационных систем необходимо учитывать при создании в рамках проекта ESTLATRUS 2.1/ELRI –184/2011/14 «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems» территориально-распределенной информационной системы. Для этого в статье предлагается имитационная система, позволяющая осуществлять комплексное моделирование различных сценариев развития указанной информационной системы.

SUMMARY

Lektauers A., Okhtilev M.Y., Potryasaev S.A., Sokolov B.V., Chuprikov A.Y., Shmelev V.V. **Analysis of perspective conception and methods of integrated modeling of self-organization computing technologies in critical applications.**

Leading manufacturers of computer systems and technologies realize the importance of adaptive control and self-organization in information infrastructure of the XXI century. New adaptive technologies were already called “natural” and “organic” (Organic IT). The Forrester Research analysts use these terms to emphasize the necessity of more organic, natural and direct use of IT in business applications. Organic IT should solve the problems of the following three groups: Effective usage of resources, up and down scalability of resources without interruption of service; reliability of AIS should be similar to the reliability of power grids and telephone networks; Integration of heterogeneous technologies; Manageability including automatic installation, balancing of loads, failure detection and recovery, and interaction with operator mainly in emergency situations

A review of adaptive technologies will help us to understand main tendencies in evolution of information systems and to specify unsolved problems. Let us consider recent projects of IBM and HP in this area. The main tendency in the sphere of adaptive and self-organization information and telecommunications systems will help us to organize valid choice structure of developed new geographically distributed information system which will be developed in the project ESTLATRUS 2.1/ELRI-184/2011/14 «Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems». Simulation system for new geographically distributed information system integrated modeling is proposed in the paper.