

КОНЦЕПЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРОЙ

Предложена концепция управления корпоративной ИТ-инфраструктурой, ориентированная на создание единой универсальной среды интегрированного управления разнообразными ИТ, распределенными приложениями, ресурсами и сетевым оборудованием корпоративной информационно-телекоммуникационной системы. Разработана функциональная структура системы управления ИТ-инфраструктурой, а также функциональные схемы подсистем мониторинга, анализа, оптимизации и планирования.

Offered the management concept of a company's IT infrastructure, focused on the creation of a single universal environ of integrated management of various IT, allocated applications, resources, and networking equipment of corporate information and telecommunication system. Developed a functional structure of the IT management system infrastructure, as well as functional diagrams of monitoring subsystem, analysis, optimization, and planning.

Введение

Для успешного ведения бизнеса предприятия используют широкий спектр информационных технологий (ИТ). Для функционирования ИТ создается ИТ-инфраструктура (ИТИ), представляющая собой организационно-техническую совокупность программных, вычислительных и коммуникационных средств и связей между ними, а также обслуживающего персонала, обеспечивающая надлежащее предоставление информационных, вычислительных и телекоммуникационных ресурсов и услуг пользователям [1]. Пользователями являются сотрудники предприятия, а предоставляемые ИТ-услуги необходимы для выполнения процессов деятельности и решения бизнес-задач. Для эффективного управления ИТИ создаются системы управления ИТИ (СУИ) [2–4], при этом под управлением ИТИ понимается совокупность действий, относящихся к планированию, построению, эксплуатации и развитию ИТИ, позволяющих эффективно использовать информационные и телекоммуникационные ресурсы ИТ-системы, увеличить производительность труда персонала ИТ-подразделений, повысить отдачу от капиталовложений в ИТИ при поддержании качества услуг на заданном уровне.

Для создания инструментария автоматизации процессов управления корпоративной ИТИ в виде СУИ необходимо определить концепцию управления ИТИ. Разработке такой концепции и посвящена данная работа.

Постановка задачи исследования

При рассмотрении вопросов управления ИТИ авторы чаще всего ограничиваются решением только отдельных вопросов ИТ-

управления, не охватывая весь спектр задач, которые необходимо решить при создании интегрированной СУИ, призванной автоматизировать все процессы управления ИТИ. Это объясняется прежде всего сложностью и большим количеством разнообразных функций, выполняемых СУИ.

В [5] рассматривается концепция, представляющая управление ИТ в виде совокупности трех слоев управления – сетями, системами и информационным сервисом. Эти слои управления включают в себя, соответственно, мониторинг и управление: сетевыми элементами; операционными системами, базами данных, промежуточным ПО, бизнес-приложениями, обслуживающим персоналом и пользователями; ИТИ и предоставляемым сервисом с позиции важных бизнес-процессов. Концепция, изложенная в [5], ограничивается разделением задач управления по слоям и описанием функций слоев, а ее реализация осуществляется интеграцией ПО управления ИТ компании Hewlett-Packard. Кроме того, современный подход к управлению ИТИ предполагает объединение функций управления сетевыми элементами и серверным оборудованием в едином инструментарии ввиду родственности функций и задач управления этими элементами. Поэтому предлагаемая в [5] концепция неприемлема для использования в качестве методологической основы при создании перспективных СУИ.

Перспективная концепция управления ИТИ должна:

- выделять уровни иерархической структуры ИТИ;
- определять и группировать функции управления ИТИ;

- выделять общие для всех функций управления процессы с целью создания универсальных программных модулей СУИ;
- задавать иерархию команд и функций управления;
- предлагать информационную модель объектов управления;
- определять механизмы взаимодействия СУИ с объектами управления,
- задавать технологию и принципы построения СУИ.

Целью данной работы является разработка концепции управления ИТИ, удовлетворяющей данным требованиям.

Суть предлагаемой концепции управления ИТ-инфраструктурой

Предлагаемая концепция управления ИТИ ориентирована на создание единой универсальной среды интегрированного управления разнообразными ИТ, распределенными приложениями, ресурсами и сетевым оборудованием корпоративной информационно-телекоммуникационной системы (ИТС) и ИТ-подразделением.

Предлагаемая концепция управления ИТИ, как система путей и методов решения задачи эффективного управления ИТИ, объединяет следующие принципы:

1. Четырехуровневая архитектура ИТИ.
2. Выделение трех категорий управления ИТ.
3. Выделение пяти универсальных процессов при управлении ИТИ.
4. Распределение функций, команд и методов управления по четырем иерархическим уровням.
5. Представление СУИ в виде замкнутой многоконтурной системы.
6. Интегрированное управление ИТИ.
7. Учет требований бизнес-процессов.
8. Универсальный объект мониторинга и управления (ОМУ) и работа СУИ не с реальными (РОУ), а логическими (ЛОУ) ОМУ.
9. Применение DALL-функций для связи РОУ и ЛОУ.
10. Использование шаблонов при отнесении ОМУ и ЛОУ к классам.
11. Применение агентского подхода.
12. Использование единого механизма взаимодействия СУИ с агентами и ОМУ.
13. Универсальная схема кодирования оценки состояния ОМУ.

Большинство этих принципов не являются новыми, но в предлагаемой концепции управления ИТИ они впервые применены в совокупности. Кроме того, здесь не только систематизированы известные методы и технологии с последующей интеграцией их в единую СУИ, но и предлагаются оригинальные методы и подходы. Реализация предлагаемой концепции происходит посредством СУИ, обеспечивающей централизованное управление ИТИ.

Кроме систематизации известных и предлагаемых технологий одна из основных задач концепции заключается в изменении мышления разработчиков СУИ – отказ от фрагментарного подхода, ориентированного на интеграцию разрозненных систем управления (СУ), и принятие системного видения, рассматривающего СУИ как целостную систему, подчиненную целям бизнеса.

1. Четырехуровневая архитектура ИТИ.

За основу берется предложенная в [1] четырехуровневая архитектура ИТИ, когда в ИТС выделяется четыре взаимосвязанных иерархических уровня: бизнес-приложений, универсальных сервисов, вычислительных ресурсов и сетевого взаимодействия (см. рис. 1). Выделение уровней осуществлено, исходя из общности выполняемых функций и сервисов, предоставляемых каждым из уровней.

2. Выделение трех категорий управления ИТ. Предлагается группировать функции управления в соответствии с перспективной парадигмой ITMS2 (IT Management Software 2.0), предложенной аналитиками Forrester [6] и описанной в [1]. ITMS2 вводит новые категории управления ИТ и предполагает конвергенцию используемых в настоящее время категорий управления ИТ в три группы, содержащих следующие базовые функции управления:

- управление предоставлением и производительностью ИТ-сервисов: мониторинг ИТИ (сетей и серверов); информационные панели и аналитика (управление событиями и рабочими характеристиками); автоматизация процессов и рабочей нагрузки; управление производительностью, выделением ресурсов и виртуализацией; управление хранилищами данных; управление производительностью приложений (APM) и управление бизнес-транзакциями (BTM), включая мониторинг особенностей поведения пользователей и управление базами данных; исследование/управление конфигурациями (CMS); управление безопасностью;

– управление ИТ-сервисами и процессами: служба поддержки; управление выполнением потока операций;

– поддержка ИТ-сервисов и управление ресурсами: каталог сервисов; управление портфелем услуг, ИТ-активами, персоналом ИТ-подразделения, финансами и возвратом платежей, ресурсами центров обработки данных (ЦОД), контрактами, уровнем обслуживания.

3. Выделение пяти универсальных процессов при управлении ИТИ. Предлагается при реализации базовых функций трех категорий управления ИТ, сгруппированных в соответствии с ITMS2, выделять пять универсальных процессов: мониторинга, анализа, управления, оптимизации и планирования (МАУОП) [1]. Некоторые из процессов для ряда базовых функций могут иметь нулевую функциональность. Отобрав для каждого из процессов МАУОП набор методов и реализовав их в соответствующем универсальном инструментарии СУИ, можно автоматизировать выполнение процессов в различных категориях управления, используя одни и те же методы и инструменты.

4. Распределение функций, команд и методов управления по четырем иерархическим уровням. Ниже произведена стратификация функций, методов и команд управления ИТИ по четырем иерархическим уровням.

5. Представление СУИ в виде замкнутой многоконтурной системы. Замкнутые системы управления ИТС с обратной связью не только повышают оперативность и качество управления, но и позволяют минимизировать влияние человеческого фактора. Построение математических моделей СУИ, соответствующих моделям теории автоматического управления, когда в СУИ организуется множество контуров управления, каждый из которых отвечает за отдельные аспекты функционирования ИТС, рассматривается в [7].

6. Интегрированное управление ИТИ. В настоящее время создание СУИ, как правило, осуществляется путем бессистемной интеграции разрозненных приложений управления, не объединенных общими целями и задачами, в организационно-технический комплекс управления ИТИ из единого центра. При этом каждое ПО управления ИТ используется по своему функциональному назначению, а их совместную работу трудно подчинить главной цели – повышению эффективности бизнеса.

Перспективным будет такой подход к построению СУИ, когда все подсистемы СУИ объединяются в единую систему с общими целями и задачами. В этом случае СУИ осуществляет не только управление отдельными устройствами, программами или ресурсами, а производит интегрированное управление всеми компонентами и ИТИ в целом, исходя из единых целей. Под интегральным управлением ИТИ понимается общее управление различными информационно-коммуникационными технологиями, средствами вычислительной техники, управлением распределенными приложениями, ИТ-сервисами, ИТ-персоналом и пр., исходя из единых целей, определяемых значимостью бизнес-процессов предприятия.

7. Учет требований бизнес-процессов. Автоматизацию управления ИТИ целесообразно начинать с автоматизации отдельных функций управления. На этом этапе формируется стек автоматизированных функций МАУОП на всех четырех уровнях ИТИ, приведенных на рис. 1. Следующая фаза – интеграция механизмов управления, которая требует системного подхода. Создание эффективных технологий бизнес-анализа с проекцией на управление ИТИ можно рассматривать, как организацию своеобразной глобальной обратной связи [8]. Последней стадией становится организация интегрированного управления ИТИ в комплексе с управлением выполнением бизнес-процессов. На этой стадии важнейшая роль отводится системам управления производительностью бизнеса (BPM). Системы BPM призваны автоматизировать бизнес-процессы и анализировать метрики выполнения бизнеса с целью оптимизации производительности его выполнения путем эффективного использования всех финансовых, кадровых и материальных ресурсов [8]. Жизненный цикл управления состоит из фаз МАУОП. Процессами BPM обеспечивается обратная связь, когда в результате анализа значений ключевых показателей производительности (KPI) и качества (KQI), а также метрик, характеризующих управление ИТ-услугами, администраторы СУИ и менеджеры бизнеса корректируют работу ИТИ и выполнение бизнес-процессов. Для этого BPM осуществляет: мониторинг бизнес-процессов; бизнес-анализ для выявления несоответствия показателей бизнес-процессов показателям эффективного выполнения бизнеса; инициализацию управляющих

воздействий для коррекции результативности бизнес-процессов.

Одна из основных задач, решаемых BPM, заключается в координации целей и задач бизнеса со средствами выработки управляющих воздействий на всех иерархических уровнях системы управления предприятия. Инструментарий BPM дает возможность бизнесу ставить стратегические и тактические цели, после чего, измеряя основные показатели, характеризующие выполнение бизнеса, производить менеджмент для достижения бизнес-целей. Для этого BPM использует технологии финансового и операционного планирования, моделирования бизнес-процессов, бизнес-аналитики, интеграции приложений, управления и автоматизации выполнения бизнес-процессов. При изменении бизнес-целей или значимости бизнес-процессов СУИ должна оперативно реагировать на эти изменения, например, путем выделения дополнительных ресурсов наиболее важным бизнес-процессам. Для этого средства BPM и СУИ должны тесно и оперативно взаимодействовать друг с другом.

8. Универсальный ОМУ и работа СУИ не с реальными, а логическими ОМУ. В [3] введено понятие универсального ОМУ, которым могут быть все компоненты ИТИ. Ниже доказано, что взаимодействие СУИ целесообразно осуществлять не с реальными, а с логическими ОМУ. Такой подход позволяет использовать общие универсальные методы работы СУИ с ЛОУ, а также единый метод или несколько универсальных методов для оценки состояния ЛОУ.

9. Применение DALL-функций для связи РОУ с ЛОУ. Для связи ЛОУ и РОУ используется предлагаемый механизм DALL-функций, основанный на рефлексии типов. DALL-функции являются передаточными звеньями при взаимодействии ЛОУ и РОУ. Путем вызова соответствующих DALL-функций мониторинга, производится синхронизация состояния ЛОУ с состоянием РОУ, а в случае оказания на ЛОУ управляющих воздействий, эти воздействия передаются РОУ путем вызова соответствующих управляющих DALL-функций. Ниже произведено описание механизма DALL-функций.

10. Использование шаблонов при отнесении ОМУ и ЛОУ к классам. При конфигура-

ции СУИ целесообразно использовать механизм шаблонов ОМУ и ЛОУ, позволяющий настраивать поведение и структуру шаблонного ЛОУ, а при создании новых ЛОУ использовать настройки шаблона, при необходимости уточняя и дополняя их. При этом можно легко менять поведение и структуру группы ЛОУ путем изменения настроек их шаблона.

11. Применение агентского подхода. Для эффективного управления ИТС необходимо иметь достоверную информацию об управляемой системе. Получение этой информации производится путем непрерывного сбора и обработки данных о функционировании ИТС. Сложность ИТС и большое количество предоставляемых ею услуг требуют контроля большего числа различных параметров. Для передачи значений параметров используется та же сеть, что и для передачи информации пользователей. Передача большого количества значений параметров, необходимых для принятия решений управления, создает существенную нагрузку на сеть, поэтому уменьшение объема передаваемых данных о параметрах функционирования ИТС является важной задачей. Одним из кардинальных способов сокращения сетевого трафика является применение агентской технологии. Это и другие преимущества, приведенные в данной работе и в [9], делают целесообразным управление ИТИ на основе агентского подхода.

12. Использование единого механизма взаимодействия СУИ с агентами и ОМУ. Для взаимодействия СУИ с распределенными подсистемами СУИ, ОМУ и агентами целесообразно использовать единые методы и протоколы. Для обмена информацией между модулями СУИ в среде Windows следует использовать компоненты .NET Remoting, использующие для транспорта данных потоки TCP. Кроме .NET Remoting в СУИ рационально использовать WCF, являющийся частью .NET Framework 3.0, пришедший на смену .NET Remoting.

13. Универсальная схема кодирования оценки состояния ОМУ. В [10] предложен универсальный метод кодирования состояния ОМУ, позволяющий представлять эффективность, надежность, качество функционирования ОМУ и другие свойства символами кода, с целью возможности измерения качественных

свойств ОМУ и упрощения последующей обработки при сведении метрик.

Ниже приведены пояснения, раскрывающие или дополняющие суть предложенной концепции управления ИТИ.

Общая постановка задачи управления ИТ-инфраструктурой

В [1] ИТИ представляется в виде совокупности трех компонентов: ИТС, ИТ-подразделения и СУИ (рис. 1). Соответственно, можно выделить три масштабных объекта управления: ИТС, ИТ-подразделение и СУИ.

Управление ИТ-подразделением подразумевает прежде всего организационные формы управления, которые хорошо проработаны в материалах ITIL, при этом СУИ предоставляет средства для автоматизации управления ИТ-подразделением.

Механизмы управления СУИ закладываются на этапе проектирования системы управления и в основном включают в себя изменение конфигурации и самодиагностику.

Управление ИТС совместно осуществляют ИТ-подразделение и СУИ с использованием методов автоматического, автоматизированного и ручного управления.

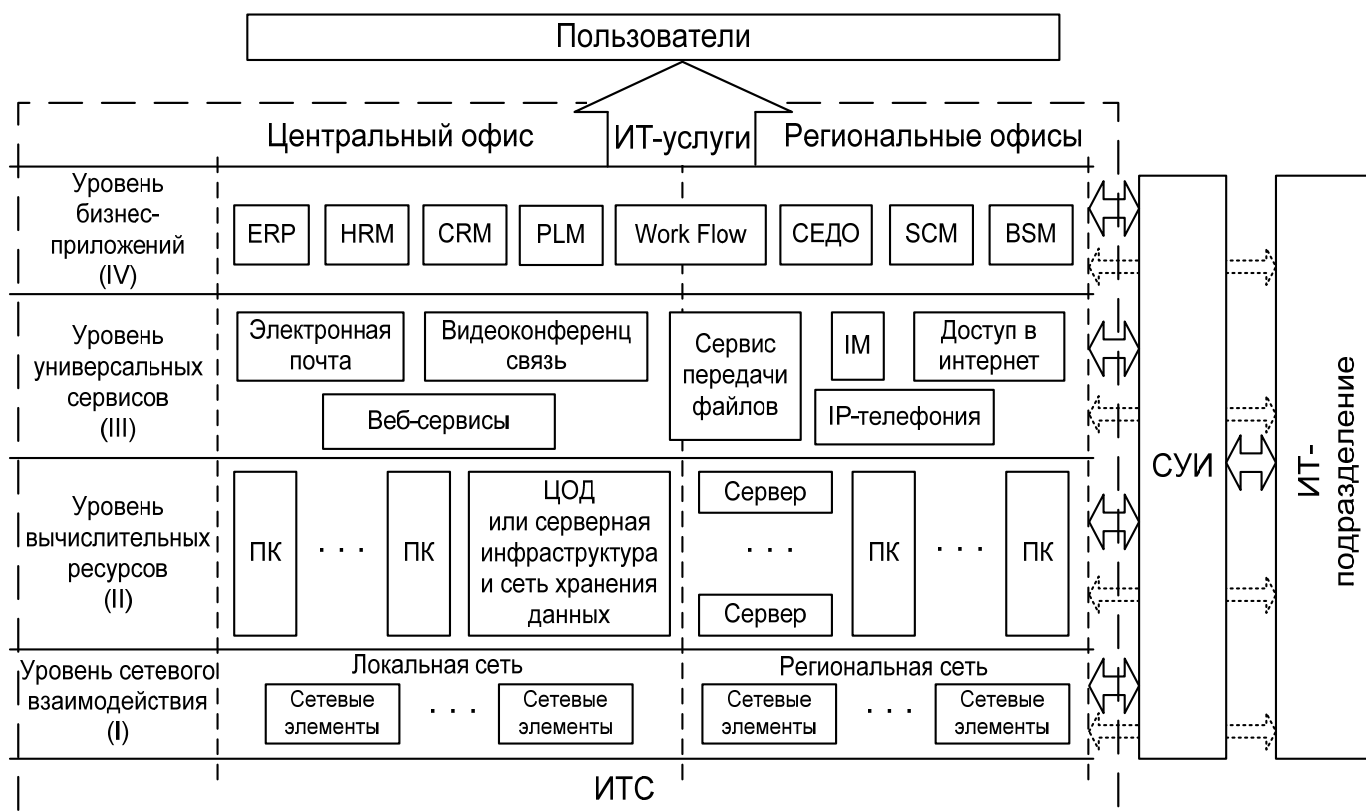


Рис. 1. Обобщенная ИТ-инфраструктура предприятия

Рассмотрим задачу управления ИТС. Пусть состояние ИТС описывается переменной $s \in S$, принадлежащей множеству S возможных состояний.

Состояние ИТС в некоторый момент времени зависит от управляющих воздействий

$$u \in \mathcal{U} \Rightarrow s = F(u). \quad (1)$$

Предположим, что на множестве $\mathcal{U} \times S$ задан функционал $\Phi(u, s)$, определяющий эффективность функционирования ИТС.

Величину

$$K(u) = \Phi(u, F(u)) \quad (2)$$

назовем эффективностью управления $u \in \mathcal{U}$.

Тогда задача СУИ заключается в выборе такого допустимого управления, которое максимизировало бы значение эффективности управления, при условии что известна реакция (1) ИТС на управляющие воздействия:

$$K(u) \rightarrow \max_{u \in \mathcal{U}}. \quad (3)$$

Необходимо отметить, что эффективность функционирования больших, многокомпонентных и сложных систем, таких, какими являются ИТС и ИТИ, прежде всего определяется текущим состоянием $s \in S$. Поэтому в моделях управления такими системами управляющие воздействия в явном виде не входят в функцио-

нал эффективности. В данном случае функционал эффективности $\Phi(u, s)$ рассматривается как отражающий влияние СУИ на эффективность функционирования ИТИ.

Для технических систем, характеризующихся детерминизмом реакции на управляющие воздействия, зависимость $s = F(u)$ является, фактически, моделью системы – управляемого объекта, отражающей законы и ограничения ее функционирования.

Модель управления ИТИ можно задать содержанием следующих параметров:

1. Состав ИТИ – совокупность объектов, являющихся элементами ИТИ, распределенных по четырем иерархическим уровням.

2. Структура ИТИ – совокупность информационных, управляющих и других связей между элементами ИТИ и СУИ, включая отношения подчиненности и разделение прав принятия решений в иерархической СУИ.

3. Число итераций управления, отражающее однократность или многократность управляющих воздействий в течение определенного периода времени для достижения (3).

4. Целевые функции, функции полезности, выигрыша или предпочтения бизнеса, отображенные на ИТ-процессы, на основании которых определяются целевые функции СУИ. Управление (1) должно осуществляться так, чтобы максимизировать значения этих целевых функций.

5. Допустимые множества S возможных состояний элементов ИТИ, их ограничения и влияние на состояния зависимых элементов, методы получения и оценки состояний элементов. Методы оценки состояния ОМУ ИТИ предложены в [11–16].

6. Порядок функционирования СУИ – последовательность получения данных мониторинга, анализ состояния и выбор управления, т. е. порядок выполнения процессов МАУОП

Спецификации этих параметров модели влияют на механизмы управления ИТИ, поэтому данная последовательность принята в качестве последовательности логических действий при реализации управления ИТИ.

Базовая модель управления ИТ-инфраструктурой

Базовая модель управления ИТИ представлена на рис. 2, а называется базовой, потому что является простейшей, с точки зрения струк-

туры, описания и исследования. Эта модель не учитывает взаимозависимость элементов, иерархическую архитектуру ИТС, неопределенность состояний и многие другие факторы, которые учитываются в расширениях базовой модели. На примере модели на рис. 2 можно выявить многие проблемы управления ИТИ, отследить закономерности управления ИТС при дальнейшем исследовании более сложных моделей.

На вход ИТС поступает поток запросов \tilde{Q} , на который ИТС реагирует потоком результатов \tilde{R} . На ИТС воздействуют возмущающие воздействия $\tilde{\Xi}$. В СУИ анализируется вектор $S = (s_1, s_2, \dots, s_n) \in S$ состояний ИТС и выбирается вектор управления $U = (u_1, u_2, \dots, u_m) \in \mathcal{U}$, при котором достигается максимальная эффективность управления.

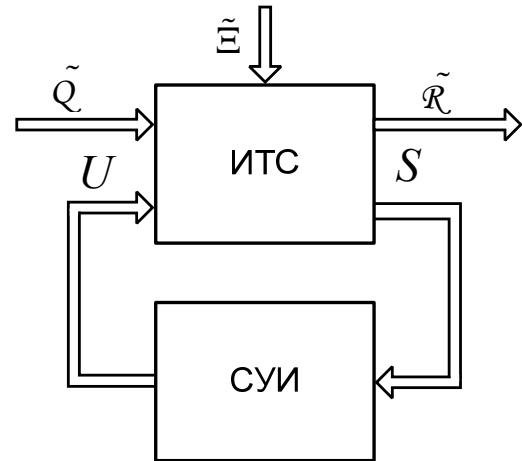


Рис. 2. Базовая модель управления ИТИ

В этом случае выражение (3) эффективности управления примет вид

$$K(U) \rightarrow \max_{U \in \mathcal{U}}. \quad (4)$$

С точки зрения бизнеса критерием эффективности управления ИТИ может быть, например, выбор такого управления $U \in \mathcal{U}$, при котором достигается минимальное время обработки i -го запроса

$$\min_{\forall i} (\Delta t_i = (t_{R_i} - t_{Q_i})), \quad (5)$$

где t_{Q_i} – время поступления i -го запроса от пользователей, t_{R_i} – время поступления ответа пользователю на i -й запрос.

Выполнение (5) возможно путем приоритетного прохождения данных приложения по сети и/или выделения критичным приложениям дополнительных ресурсов.

Анализ компонентов ИТ-инфраструктуры, как объектов управления

К управлению ИТИ относится сбор и хранение описаний компонентов ИТИ, мониторинг и контроль функционирования ИТИ, обеспечение надежного и эффективного функционирования ИТИ, организация закупок, ремонтов, обновлений ПО и аппаратных средств, и решение множества других задач.

Для формулирования требований к СУИ и определения принципов ее построения необходимо произвести анализ ОМУ, которым в ИТИ выступают компоненты, представленные на обобщенной схеме ИТИ (см. рис. 1).

Объекты управления IV-го иерархического уровня ИТИ. Объектами управления уровня бизнес-приложений являются все приложения, обеспечивающие поддержание и автоматизацию выполнения бизнес-процессов предприятия.

Под управлением распределенными приложениями, как правило, понимают мониторинг использования приложениями сетевых и вычислительных ресурсов и изменение параметров работы этих приложений для достижения наибольшей эффективности использования ресурсов или эффективности функционирования приложений.

При управлении распределенными приложениями решаются задачи: выделение, учет, мониторинг и перераспределение ресурсов, необходимых для эффективного функционирования приложений; управление распределенными приложениями через телекоммуникационную сеть (ТКС) путем изменения конфигурации, запуска, перезапуска или останова приложений и пр.; управление функциональными (ФПС) и технологическими подсистемами (ТПС) АСУ; управление доступом пользователей к приложениям, правами пользователей, идентификацией и аутентификацией; обеспечение взаимодействия идеологически и технологически разрозненных систем и средств управления отдельными приложениями, ФПС и ТПС АСУ, а также ТКС; управление безопасностью.

Эффективность E_i , $i = \overline{1, N}$ функционирования i -го распределенного приложения A_i , где N – количество приложений, можно оценить по среднему времени отклика Δt_i серверной части приложения A_i на запрос пользователя, измеренному на стороне пользователя, или по мак-

симальному количеству запросов $n_{\max i}$, обслуживаемых серверной частью приложения A_i в единицу времени.

Можно выделить два способа повышения эффективности функционирования распределенного приложения A_i , $i = \overline{1, N}$: выделение дополнительных вычислительных ресурсов приложению A_i , $i = \overline{1, N}$; обеспечение приоритетной передачи данных, относящихся к приложению A_i , $i = \overline{1, N}$ по ТКС. Первый способ использует методы управления распределением и перераспределением ресурсов между приложениями и пользователями. Реализация этих методов осуществляется на II-м уровне, а решению задач выделения приложению A_i , $i = \overline{1, N}$ дополнительных ресурсов посвящены работы [17–20]. Второй способ повышения эффективности работы приложений заключается в обеспечении приоритетного прохождения запросов и ответов приложения A_i , $i = \overline{1, N}$ по корпоративной сети. Методы управления трафиком реализуются на I-м уровне и предлагаются в [21, 22].

Целесообразно управление приложениями в СУИ осуществлять через визуальный интерфейс, позволяющий администраторам с учетом данных базы управляющей информации, содержащей данные о клиентах, серверах и приложениях, конфигурировать, отслеживать и управлять распределенными приложениями с единой консоли управления. Это позволит уменьшить стоимость эксплуатации ИТС, повысить доступность ИТС для конечных пользователей, предоставит возможность отслеживать функционирование приложений и изменять конфигурацию бизнес-приложений и компонентов ресурсов II-го уровня, на которых функционируют приложения.

Управление на IV-м уровне часто осуществляется с использованием принципа «подписка и публикация», позволяющего СУИ оперативно реагировать на бизнес-события путем проведения изменений в бизнес-операциях. При этом могут создаваться управляемые событиями присоединенные процедуры, используемые приложениями для совершения предопределенных действий.

Кроме того, используются традиционные методы, такие как: синхронный удаленный вызов процедур; асинхронный запрос/ответ; пере-

адресация запросов; обмен сообщениями; организация очередей; диалоги и т. д.

Как правило, процесс управления начинается с получения сообщений о неполадках, после чего определяется место неисправности. Традиционные решения СУИ собирают массу сведений о событиях в ИТИ, но при этом сложно определить приложения или транзакции, пострадавшие в результате неисправности. В масштабных ИТИ, содержащих тысячи серверов, большое количество коммутаторов и БД, очень сложно определить причины невыполнения отдельной транзакции. Непрохождение транзакции легко обнаруживается на стороне пользователя, а администратору необходимо связать события в ИТИ с проблемами конкретной транзакции. Пользователь должен связаться с администратором и сообщить ему о проблемах с определенной транзакцией. Решение такой задачи традиционными методами представляет собой достаточно трудоемкую задачу. В таких случаях весьма перспективным является применение ПО управления производительностью приложений (АРМ) [23, 24], призванное обнаруживать и устранять проблемы до того, как они проявятся у конечного пользователя.

Системы АРМ учитывают все аспекты контроля работоспособности и эффективности приложений, в том числе следят за восприятием работы приложения конечным пользователем (QoE). В последнем случае отслеживаются транзакции и контролируется время отклика серверов приложений. Если оно аномально, то предпринимаются действия по восстановлению эффективности работы приложения. Отслеживание отдельных транзакций позволяет уменьшить количество проверяемых элементов ИТС, ограничиваясь только компонентами, задействованными при выполнении транзакции. После определения задействованных элементов производится эффективный поиск причины неполадки.

Отслеживание отдельных транзакций в АРМ является большим прогрессом в управлении приложениями [23]. Такой подход позволяет существенно сократить количество серверов и сетевого оборудования, работоспособность которого анализируется для выявления причины понижения эффективности работы бизнес-приложения. Система АРМ, собирая данные из разных источников, может установить корреляцию между компонентами ИТС и бизнес-сервисами [24].

Объекты управления III-го иерархического уровня ИТИ. К уровню универсальных сервисов отнесены интернет-сервисы, а также телекоммуникационные сервисы, используемые внутри любого предприятия, независимо от характера бизнеса. Сильное различие функций, выполняемых этими сервисами, делает невозможным создание единственного метода мониторинга работоспособности и управления качеством предоставления этих сервисов. Особенности каждого из сервисов и уникальность набора свойств и параметров качества затрудняют их классификацию для последующего выбора методов управления. Обычно сервисы III-го уровня разделяются на интерактивные, оперативного и отложенного прочтения.

Наиболее распространенными и универсальными являются сервисы, которые можно отнести к группе сервисов отложенного прочтения, отличающиеся достаточно высокой требовательностью к ресурсам серверов и ТКС. Характерной особенностью этих сервисов является то, что запрос и получение информации существенно разнесены во времени. Примером такого типа сервисов является электронная почта – самый распространенный интернет-сервис.

Задачи, которые решаются при управлении электронной почтой: создание учетной записи; фильтрация электронной почты для удаления нежелательной корреспонденции и вирусов; управление полномочиями; распределение ресурсов электронной почты по нескольким физическим серверам; обеспечение надежности хранения данных на серверах путем синхронизации; предотвращение перегрузки серверной инфраструктуры системы электронной почты.

Основные задачи мониторинга электронной почты: обнаружение и предотвращение несанкционированного доступа; выявление массовых рассылок рекламного и вирусного характера; мониторинг нагрузки серверов электронной почты; мониторинг трафика электронной почты.

Другим распространенным сервисом является VoIP, обеспечивающий передачу голосовых сигналов в сетях с протоколом IP. Технология VoIP позволяет создавать системы корпоративной IP-телефонии без значительных финансовых затрат с предоставлением большого количества сервисных функций.

При управлении VoIP осуществляется: настройка и эффективное управление ресурсами сети для работы с голосовыми вызовами;

контроль прохождения голосовых сообщений по разным маршрутам; управление трафиком; определение нагрузок в сети и решение проблем, например, путем увеличения полосы пропускания в конкретном сегменте сети; обработка прерванных вызовов; контроль параметров, влияющих на качество голосового обмена; оценка качества передачи данных; составление отчетов с данными анализа схем вызовов, объема трафика и пр. Мониторинг VoIP включает в себя: получение подробной информации о каждом вызове; контроль загруженности сети для контроля качества передачи голоса; накопление данных истории производительности для анализа причин ухудшения качества сервиса; отслеживание изменений параметров, влияющих на качество передачи данных; фиксация качества текущих разговоров.

Сервис FTP обеспечивает обмен файлами между компьютерами, работающими в сетях TCP/IP. Управление сервисом FTP подразумевает: распределение прав доступа к файлам; учет и контроль трафика по пользователям, группам, интерфейсам, блокам адресов, времени и др. Мониторинг FTP включает в себя задачи: получение детальной информации об отдельном соединении; составление отчетов о производительности; проверка готовности портов.

Объекты управления II-го иерархического уровня ИТИ. Повысить эффективность выполнения бизнес-процессов можно путем выделения дополнительных вычислительных ресурсов критичным приложениям, что позволит выполнить критерий (5). Реализация управления, связанная с перераспределением ресурсов между приложениями, осуществляется на уровне вычислительных ресурсов. Модели и методы распределения ресурсов при дефиците и излишке ресурсов рассмотрены в работах [18–20, 25].

К объектам управления этого уровня относятся серверное оборудование, системы хранения данных, ПК пользователей, вспомогательное оборудование и пр.

При управлении вычислительными ресурсами решаются следующие задачи: учет всех ресурсов (программно-технического обеспечения серверов, включая информацию о технических характеристиках и учетных параметрах), а также их администраторов и пользователей (как людей, так и приложений); мониторинг состояния распределенных ресурсов; мониторинг

производительности серверов и систем хранения, сбор статистики, генерация отчетов о функционировании ресурсов; анализ работы ресурсов; администрирование и управление отдельными ресурсами и их комбинациями, рассредоточенными ресурсами; контроль доступа, распределение и перераспределение ресурсов; учет использования ресурсов, а также расчет финансовых характеристик, например, вычисление стоимости хранения данных; проведение технического обслуживания.

Обычно администраторы управляют ресурсами, контролируя превышение пороговых значений таких показателей, как коэффициент загруженности сервера или время отклика на запросы конечного пользователя.

Объекты управления I-го иерархического уровня ИТИ. Объектами управления этого уровня являются сетевые элементы и коммуникационные технологии.

При управлении на уровне сетевого взаимодействия обеспечивается: автоматическое построение топологии сети; мониторинг событий и последующее определение работоспособности сетевых устройств; управление сетевыми ресурсами для повышения надежности работы сетевых компонентов, уменьшения времени простоя и улучшения производительности корпоративной сети; учет загруженности каналов связи с фиксацией перегрузок сети; сбор статистики использования ресурсов ТКС и генерация отчетов; управление пользовательским трафиком; управление гетерогенными сетями и телекоммуникационными сервисами, включающее в себя управление: производительностью, устранением неисправностей, конфигурацией, учетом и безопасностью.

Управление ИТ-подразделением. Эффективное функционирование ИТС не может быть осуществлено без эффективного управления ИТ-подразделением. При управлении ИТ-подразделением решаются следующие задачи: автоматизация управления ИТС; обработка запросов на ИТ-услуги; управление введением новых услуг; управление расчетами; поддержка пользователей и пр.

Управление ИТС в целом. Для эффективной работы предприятия необходимо обеспечить согласованную работу большого количества разнородных составляющих ИТС. Для автоматизации управления ИТС требуется интеграция слабо связанных приложений, решение проблем перехода от управления отдельными

сетями, компьютерными системами и приложениями к комплексному, процессно-ориентированному управлению ИТС в целом. Создание системы интегрированного управления, охватывающей все четыре уровня ИТИ, требует решения множества сложных задач.

При управлении ИТС решаются следующие задачи: интегрированное управление всеми приложениями, работой ФПС и ТПС АСУ, а также функционированием ТКС, адаптируемое к реальной ситуации в АСУ и учитывающее значимость приложений, доступность и объем ресурсов, сложившуюся ситуацию в ТКС и пр.; централизация управления с обеспечением взаимодействия между отдельными СУ; генерация отчетов о функционировании ИТС; поддержание и пополнение базы знаний СУИ для предоставления данных, необходимых при выполнении функций управления; управление качеством услуг; организация сквозного процесса управления ИТИ от сбора информации о работе объектов управления I-го и II-го уровней до трансформации в качество услуг; корреляции событий, происходящих в ИТИ; анализ влияния сбоев на I–III-м уровнях на качество ИТ-услуг IV-го уровня для бизнес-процессов; прогноз параметров функционирования ИТС и качество предоставляемых ИТ-услуг; управление устранением неисправностей; моделирование и анализ работы ИТС; автоматизация процессов внесения изменений (с сохранением правил доступа к ресурсам), которые должны быть сделаны для достижения заданного качества предоставляемых ИТ-услуг; управление модернизацией ИТС с решением задач автоматизации принятия решений по модернизации технического и программного обеспечения ИТС с учетом информации о прогрессивных ИТ, данных о производителях и поставщиках, о сравнительных технических и экономических характеристиках решений; автоматизация процессов контроля, оптимизации и управления поставкой и вводом в эксплуатацию нового технического и программного обеспечения.

Что касается существующего ПО управления ИТ на всех четырех уровнях и ИТИ в целом, то необходимо отметить следующее. Для управления объектами II-го уровня существует большое количество как фирменных, так и универсальных решений управления. Вопросы управления элементами ИТС и сетью проработаны очень хорошо, вплоть до создания систем авто-

матического управления некоторыми сетями на канальном и физическом уровнях модели OSI. Кроме того, существует большое количество ПО, осуществляющего мониторинг и управления локальными и глобальными сетями. В теории и на практике хорошо проработаны вопросы управления ИТ-подразделением как бизнес-структурой с предложением большого количества метрик [26] для оценки эффективности работы ИТ-департамента. Плохо проработаны вопросы управления на IV-м уровне. Так, перспективное АРМ находится в зачаточном состоянии и на рынке представлено незначительное количество ПО этого сегмента с ограниченным функционалом. Недостаточно детально проработан вопрос управления ограниченными ресурсами корпоративных ИТС с учетом важности бизнес-процессов и эффективного управления ресурсами ЦОД. Практически отсутствуют работы и инструментарий управления всеми уровнями ИТИ в комплексе или осуществляющие интеграцию механизмов и инструментария управления отдельными уровнями.

Категории функций, команд и методов управления

ИТИ имеет явно выраженную иерархическую структуру (см. рис. 1), поэтому для управления таким сложным и громоздким объектом управления соответствующие средства управления также целесообразно строить по иерархическому принципу. Для этого необходимо рационально распределить функции управления и осуществить соответствующую дифференциацию команд управления, предварительно выделив иерархические уровни управления. Иерархических уровней управления может быть больше или меньше, чем уровней ИТИ, кроме того иерархические уровни управления могут не совпадать с иерархическими уровнями ИТИ. В настоящее время превалирует подход, рассматривающий в тесной взаимосвязи управления аппаратно-программными средствами компонентов уровня вычислительных ресурсов и уровня сетевого взаимодействия. Это подразумевает, что команды управления сетевым оборудованием и серверами будут относиться к одной категории, несмотря на то, что эти компоненты относятся к разным уровням иерархической структуры ИТИ. В системах сетевого управления принято использовать иерархиче-

скую модель управления сетью в виде трех уровней управления – сервисами, сетью и сетевыми элементами [27]. Однако, такого количества уровней недостаточно для управления ИТИ.

Множество \hat{U} выполняемых СУИ команд управления, множество \hat{M} методов управления, а также все функции \hat{F} и сервисы управления, которые реализуются, предоставляются и используются в СУИ, целесообразно разделить на четыре категории (см. табл. 1) – управления ИТС, приложениями, ресурсами и элементами.

Иерархия, приведенная в табл. 1, создана с учетом иерархии ОМУ, в основе которой лежат базовые ОМУ, которыми являются ОМУ ИТИ, имеющие IP-адрес. Команды управления элементами \hat{U} , предназначены прежде всего для управления базовыми ОМУ. Состояние базового ОМУ оказывает влияние на состояние вышеразположенных по иерархии ОМУ. В то же время ОМУ, составляющие базовые объекты, влияют на состояние только данного базового ОМУ, а команды управления этими составляющими ОМУ относятся к категории команд управления элементами.

Табл. 1. Категории функций, команд и методов управления

Категория	Объекты управления	Функции управления	Задачи
Управление ИТС ($\hat{F}_c, \hat{U}_c, \hat{M}_c$)	ИТС, АСУ, комплекс ИТ, организационное управление ТКС, бизнес-процессы и документация ИТ-подразделения, СУИ, административный персонал ИТИ	Управление функционированием ИТС, АСУ, бизнес-процессами, ИТ-обеспечением бизнес-процессов предприятия	Определение приоритетов приложений и процессов, генерация политик управления
Управление приложениями ($\hat{F}_n, \hat{U}_n, \hat{M}_n$)	ФПС и ТПС, распределенные и сосредоточенные приложения, ИТ-сервисы, отдельные типы ИТ и ТКС	Управление ФПС и ТПС, распределенными и сосредоточенными приложениями и их взаимодействием, сервисами для обеспечения требуемого качества обслуживания	Поддержание работоспособности приложений и сервисов в соответствии с заданным регламентом, обеспечение требуемого качества обслуживания, удаленное управление приложениями
Управление ресурсами ($\hat{F}_p, \hat{U}_p, \hat{M}_p$)	Информационно-вычислительные ресурсы, ТКС, СУБД, хранилища данных, фрагменты ФПС и ТПС, сетевой трафик, потоки	Управление уровнями вычислительных ресурсов и сетевого взаимодействия в целом; компонентами ФПС и ТПС; доступом пользователей к ресурсам и службам	Управление распределением ресурсов ИТС, инициализацией и поддержанием параметров ресурсов, топологией, трафиком, маршрутизацией, приоритизацией трафика, переключением на резерв
Управление элементами ($\hat{F}_e, \hat{U}_e, \hat{M}_e$)	Элементы ИТС, серверы, рабочие станции, вспомогательное оборудование, ОС	Управление элементами ИТИ	Инициализация, конфигурация, поиск и устранение неисправностей

Все команды управления образуют множество \hat{U} команд управления

$$\hat{U} = \{\hat{U}_c, \hat{U}_n, \hat{U}_p, \hat{U}_s\}, \quad (6)$$

где $\hat{U}_c, \hat{U}_n, \hat{U}_p, \hat{U}_s$ – соответственно множества команд управления, соответственно, ИТС, приложениями, ресурсами и элементами.

Управление осуществляется с помощью методов управления, которые образуют множество

$$\hat{M} = \{\hat{M}_c, \hat{M}_n, \hat{M}_p, \hat{M}_s\}, \quad (7)$$

где $\hat{M}_c, \hat{M}_n, \hat{M}_p, \hat{M}_s$ методы управления, соответственно, ИТС, приложениями, ресурсами и элементами

К категории функций и команд управления ИТС относятся функции множества $\hat{F}_c \in \hat{F}$ и команды управления множества \hat{U}_c , обеспечивающие поддержание функционирования ИТС и АСУ в соответствии с заданным регламентом, и услуги СУИ, которые предоставляются администраторам и пользователям ИТС. К этой категории относятся команды управления бизнес-процессами ИТ-подразделения и организационное управление ТКС, а также политики управления. Команды \hat{U}_c управляют крупными компонентами ИТС (например, ИТС центрального офиса, региональными ИТС) и взаимодействием между этими компонентами. Функции управления \hat{F}_c этой категории могут реализовываться путем выработки соответствующих политик управления. Для управления используются методы из множества \hat{M}_c .

Множество \hat{U}_n составляют команды управления: ФПС и ТПС; распределенными и сосредоточенными приложениями; ИТ-услугами уровней бизнес-приложений и универсальных сервисов с обеспечением требуемого качества обслуживания; взаимодействием между распределенными приложениями; услугами, предоставляемыми распределенными ресурсами или сервисами; совместным функционированием нескольких приложений; отдельными типами ТКС.

Команды из множества \hat{U}_p управляют: уровнями вычислительных ресурсов и сетевого взаимодействия в целом; компонентами ФПС и ТПС; доступом к информационным и телеком-

муникационных ресурсам, службам, телесервисам. К этой категории относятся функции управления \hat{F}_p отдельными ЛВС и сервисы, которые предоставляются ЛВС или доступны через ЛВС. Команды управления \hat{U}_p обеспечивают взаимодействие распределенных компонентов услуг и управляют удаленным доступом пользователей к ресурсам ИТС.

Реализация функций \hat{F}_s осуществляется посредством команд множества \hat{U}_s , управляющих такими элементами ИТИ, как серверы, рабочие станции пользователей, оборудование ТКС, вспомогательное оборудование, операционные системы.

На каждом из уровней могут быть использованы различные методы из \hat{M} , средства, протоколы и приложения управления. Реализация команд вышерасположенного уровня, как правило, осуществляется путем формирования наборов команд нижележащих уровней

$$\hat{U}_c \rightarrow \hat{U}_n \rightarrow \hat{U}_p \rightarrow \hat{U}_s. \quad (8)$$

Каждый уровень должен быть реализован не просто отдельной СУ, а представлять собой часть интегрированной платформы управления, позволяющей наращивать как собственные возможности, так и легко включать в себя другие СУ, разработанные специально для решения определенных задач. Например, на нижнем уровне может быть осуществлено подключение СУ сетевыми устройствами, разработанными производителями сетевого оборудования. На вышерасположенных уровнях может использоваться ПО, специально созданное для управления конкретными СУБД, серверами приложений или СУ предприятием.

Команды управления всех категорий применяются для реализации общих процессов МАУОП. Команды могут вырабатываться универсальными механизмами, алгоритмами и протоколами либо администраторами. Например, функции управления, определенные для телекоммуникационных систем стандартом X.700 и включающие управление: устранением неисправностей, учетом, конфигурацией, производительностью и безопасностью, могут быть реализованы командами управления всех четырех уровней, но с учетом специфики управляемых ОМУ.

Для решения задач МАУОП может быть использовано ПО СУ, номенклатура которого

определяется характером бизнеса, масштабом предприятия, используемым оборудованием, ИТ и пр. Так функции мониторинга и управления на I-II-м уровнях и ряд функций на III-м уровне иерархии ИТИ могут выполняться универсальными СУ, такими как HP Operations Manager, IBM Tivoli, Microsoft System Center Operations Manager (SCOM) и др., или же СУ, разработанными и поставляемыми производителями ресурсов, например, Oracle, или разработчиками решений в одной из функциональных областей ИТ.

Самые сложные задачи управления решаются посредством функций управления из множеств \hat{F}_c и \hat{F}_n , реализуемых путем выполнения команд управления \hat{U}_c и \hat{U}_n . Централизация управления распределенными приложениями, ресурсами, функциональными и др. подсистемами АСУ и ИТС с целью поддержания их корректной совместной работы, направленной на обеспечение максимальной эффективности бизнес-процессов предприятия, предполагает автоматизацию решения множества проблем из функциональных областей управления ИТИ. При этом фактически безграничная сфера применения и деятельности АСУ и ИТС, а также многообразие используемых в них технологий, ресурсов, оборудования, приложений и пр., осуществляющих поддержку множества бизнес-процессов, делают невозможным создание единой универсальной СУ абсолютно всеми АСУ или ИТС. Поэтому целесообразно разрабатывать СУИ, областью применения которых являются достаточно широкие классы АСУ и ИТС с родственной функциональностью, имеющие в своем арсенале средства, обеспечивающие взаимодействие между отдельными СУ и характеризующиеся простотой наращивания функциональности.

В настоящее время отсутствует ПО, покрывающее весь функционал управления \hat{F} . Из такой ситуации возможны два выхода: разработка оригинального ПО управления ИТИ или закупка ПО, решающего отдельные задачи управления или части задач, с их последующей интеграцией в пакет ПО СУИ.

Модель процесса управления ИТС

Расширенная базовая модель ИТИ, раскрывающая модель на рис. 2 и иллюстрирующая процесс выбора команд управления, приведена на рис. 3.

На вход ИТС поступает поток запросов \tilde{Q} , в результате которого на выходе ИТС создается

поток результатов \tilde{R} . Информация о значениях параметров, характеризующих свойства потока запросов \tilde{Q} и показателей потока результатов \tilde{R} , в виде потоков значений \tilde{q} и \tilde{r} , соответственно, поступают в СУИ. На ИТС воздействуют возмущающие воздействия $\tilde{\Xi}$, некоторые параметры которых могут фиксироваться СУИ (на рис. 3 не показано). В СУИ анализируется поток данных \tilde{s} о состоянии ОМУ ИТС, а также потоки \tilde{q} и \tilde{r} , в результате чего вырабатывается поток команд управления \tilde{U} , поступающий на ИТС для поддержания параметров функционирования ИТС на заданном уровне.

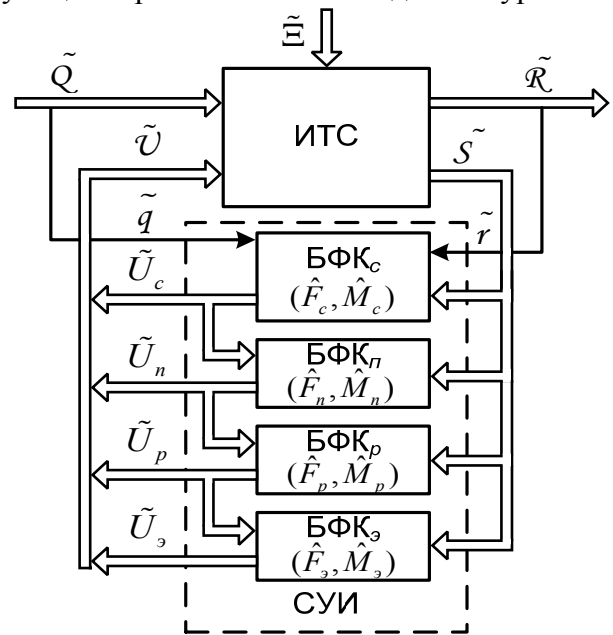


Рис. 3. Расширенная базовая модель ИТИ

Поскольку поток данных о состоянии ОМУ \tilde{s} содержит сведения об ОМУ $O_{i,j}, \forall i = \overline{1, I_j}, j = \overline{1, J}$, и в СУИ реализована иерархия команд, причем выработка команд верхних уровней влечет за собой выбор команд нижних уровней, поток команд управления \tilde{U} будет состоять из суммы потоков команд в общем случае всех категорий управления

$$\tilde{U} = \tilde{U}_c + \tilde{U}_n + \tilde{U}_p + \tilde{U}_s, \tag{9}$$

где $\tilde{U}_c, \tilde{U}_n, \tilde{U}_p, \tilde{U}_s$ – соответственно, потоки команд управления ИТС, приложениями, ресурсами и элементами.

Каждый из потоков команд $\tilde{U}_c, \tilde{U}_n, \tilde{U}_p, \tilde{U}_s$ вырабатывается блоком формирования команд БФК_c, БФК_n, БФК_p или БФК_s, каждый из которых ориентирован на реализацию соответствующих функций управления $\hat{F}_c, \hat{F}_n, \hat{F}_p$ или \hat{F}_s и

использует соответствующие методы управления $\hat{M}_c, \hat{M}_n, \hat{M}_p$ или \hat{M}_s .

Команды выбираются из множества \hat{U} команд управления (6).

Команды управления, формирующие поток \tilde{U} , выбираются блоками БФК_c, БФК_n, БФК_p и БФК_s, из множества \hat{U} на основании анализа данных о состоянии элементов ИТС, эти данные содержатся в потоке \tilde{S} , и с учетом значений параметров потоков \tilde{q} и \tilde{r}

$$\tilde{U} = F \{ \tilde{S}, \tilde{q}, \tilde{r} \}. \quad (10)$$

Потоки команд управления нижних уровней вырабатываются под воздействием потоков команд управления вышерасположенных уровней (8)

$$\tilde{U}_c \rightarrow \tilde{U}_n \rightarrow \tilde{U}_p \rightarrow \tilde{U}_s,$$

при этом дополнительно учитывается состояние всех ОМУ $O_{i,j} \forall i = \overline{1, I_j}, j = \overline{1, J}$.

Таким образом, поток команд вышерасположенных уровней инициирует дополнительный поток команд нижерасположенных уровней иерархии. В то же время команды из множества \hat{U}_s могут вырабатываться самостоятельно, как реакция СУИ на состояние ОМУ ИТИ.

Понятие логического объекта мониторинга и управления

Предлагаемую концепцию управления ИТИ с выделением общих процессов МАУОП можно успешно и эффективно реализовать тогда, когда процессы МАУОП будут оперировать с универсальными ОМУ, не зависящими от категории управления. В качестве таких ОМУ предлагается использовать логические ОМУ. ЛОУ – универсальное и обобщенное понятие, элемент логической модели ИТИ, основная функциональная единица представления элементов и ресурсов ИТИ в СУИ, в которой инкапсулированы те свойства и состояния элементов ИТИ, которые имеют отношение к процессам управления ИТИ. Таким образом, ЛОУ – это абстрактное представление информационно-вычислительных ресурсов и компонентов ИТИ, которые проявляют свои свойства в целях и с точки зрения управления ИТИ. ЛОУ специфицируется в понятиях параметров, атрибутов и их принадлежности, выполняемых над ними действий, выдаваемых ими сообщений, их взаимосвязей и взаимоотношений с другими ЛОУ [3, 14]. Относительно ЛОУ определяются

набор функций и параметры мониторинга, функции и команды управления, методы оценки состояния и механизмы выявления неисправностей. Свойства, наиболее значимые с точки зрения мониторинга и оценки элементов ИТИ, составляют набор параметров ЛОУ.

В СУИ ЛОУ могут быть взаимосвязаны и ассоциированы не только с РОУ, но и с функциями, состояниями процессов деятельности, системами и подсистемами АСУ, процессами деятельности, бизнес-процессами и пр. а также с взаимосвязями в ИТИ, физическими соединениями и людьми – администраторами и другим персоналом, принимающими участие в управлении ИТИ. В этом случае ЛОУ является моделью РОУ, отражающей те его свойства, которые относятся к управлению ИТИ. Также в качестве ЛОУ могут выступать абстрактные объекты, не имеющие РОУ, введенные в информационную модель, например, для обобщения информации мониторинга нескольких ЛОУ.

Модель ИТИ имеет иерархическую структуру, поэтому с точки зрения процессов МАУОП структуру ИТИ и связи ЛОУ удобно представлять в виде иерархического графа или совокупности графов, узлами которого являются ЛОУ, а связи отображают функциональные зависимости. При этом иерархических уровней ЛОУ может быть гораздо больше, чем уровней ИТИ, и каждому из уровней логической модели ИТИ может соответствовать несколько уровней иерархии ЛОУ. Каждый ЛОУ содержит сведения о конфигурации и текущем состоянии отдельного РОУ ИТИ. Свойства, наиболее значимые с точки зрения мониторинга и оценки элементов ИТИ, составляют набор параметров ЛОУ. Классификацию ЛОУ целесообразно производить с учетом классификации РОУ, поскольку ЛОУ однозначно связаны с РОУ.

Каждый компонент ИТИ всех уровней иерархии содержит собственное дерево ЛОУ, листья которого – сенсорная часть в виде различных датчиков, а остальные вершины – родительские ЛОУ (рис. 4).

Только одна вершина ориентированного графа i -го, $i = \overline{1, I_1}$ ЛОУ $L_{i,j}$, j -го иерархического уровня, ассоциированного с РОУ $R_{i,j}$, имеет нулевую степень захода. Все дочерние ЛОУ дерева ЛОУ $L_{i,j}$ являются самостоятельными объектами, которые могут выступать родительскими для дочерних ЛОУ.

Представление элементов ИТС в виде ЛОУ основывается на следующих основных положениях:

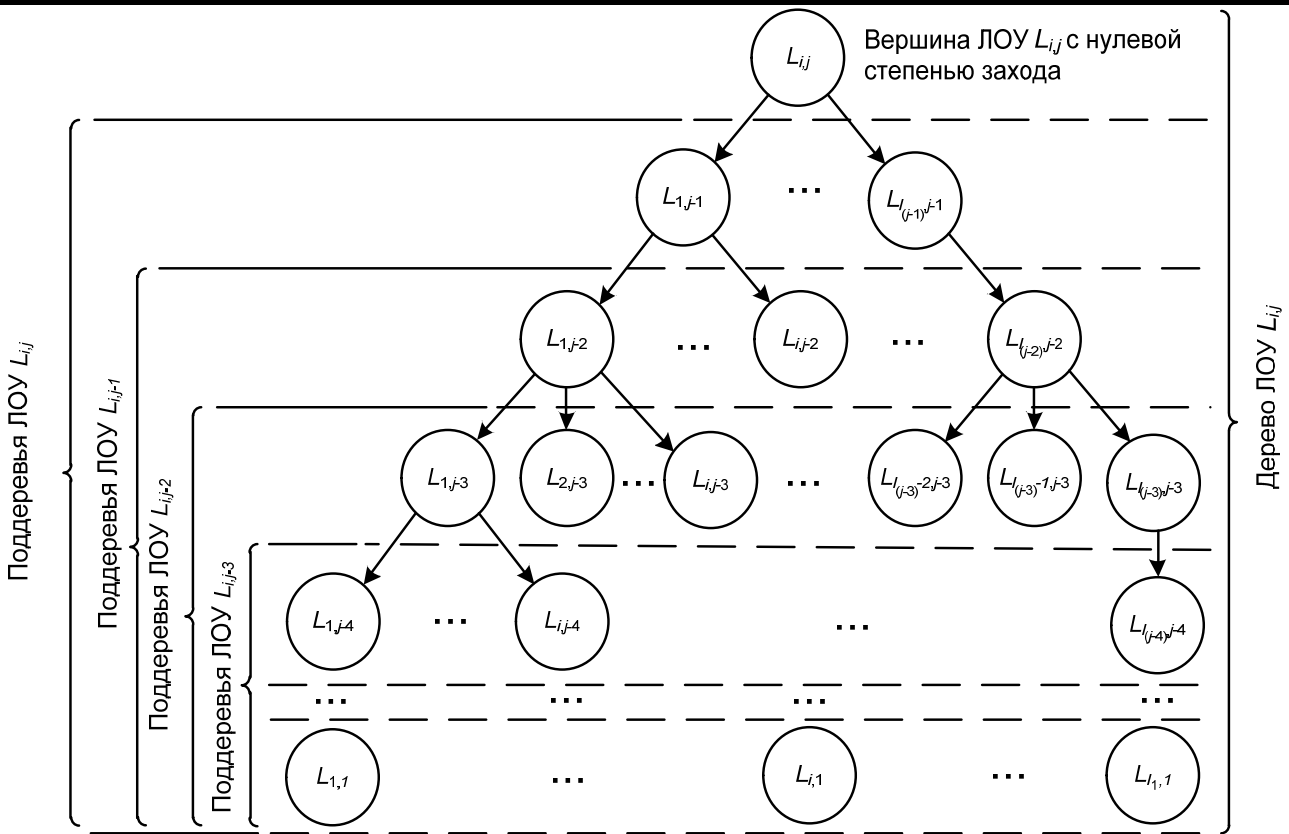


Рис. 4. Пример дерева зависимостей между ЛОУ с корнем $L_{i,j}$

- любой составной элемент ИТС можно представить в виде ЛОУ. При этом ЛОУ инкапсулирует в себя основные свойства, характеристики и параметры этого элемента;
- ЛОУ – единый объект, состоящий из множества связанных друг с другом элементов, представляющих собой определенное целостное образование;
- ЛОУ нижнего уровня является составной частью ЛОУ смежного вышерасположенного уровня;
- все ЛОУ имеют единые интерфейсы мониторинга и управления;
- добавление нового элемента в ИТС соответствует добавлению нового ЛОУ;
- функционирование подсистем ИТС представляется функционированием и взаимодействием составляющих их ЛОУ;
- ЛОУ имеет набор функций и параметров, которые обеспечивают его связь с РОУ, свойства которого он инкапсулирует;
- для ЛОУ определяется набор функций мониторинга и управления и методы оценки состояния;
- ЛОУ имеет набор функций и параметров, которые обеспечивают его связь с другими ЛОУ.

Такой подход позволяет использовать общие универсальные методы работы СУИ с ЛОУ, а

также единый метод или несколько универсальных методов для оценки состояния ЛОУ и, соответственно, РОУ.

Использование ЛОУ в СУИ позволит расширить сферу применения парадигмы объектно-ориентированного управления, которое в настоящее время часто применяется для управления сетями, на управление элементами и подсистемами ИТИ. При этом под объектно-ориентированным управлением ИТИ понимается управление, основанное на представлении ИТС в виде множества взаимосвязанных и взаимодействующих, адресуемых и управляемых ОМУ, характеризующихся: частотой опроса, пороговыми значениями параметров, совокупностями событий, вызывающих сигнальные сообщения.

При работе СУИ с ЛОУ целесообразно задействовать агентскую технологию [3, 9]. Агенты устанавливаются на РОУ, но с РОУ или ЛОУ не ассоциированы. Агент собирает данные от одного или нескольких РОУ или ЛОУ, обрабатывает их и передает обобщенную информацию в сервер СУИ. Получая обобщенные команды от сервера СУИ, агент осуществляет управление ЛОУ или РОУ. Каждый агент работает в отдельном регионе, принимает и исполняет команды от сервера СУИ. Независимо от расположения, каждый РОУ может обслужи-

ваются только одним ЛОУ или агентом, а для удаленной работы с РОУ могут создаваться его копии на других агентах. В таких случаях копии выступают заместителями РОУ и переадресовывают ему все обращения.

При использовании агентской технологии совместно с ЛОУ существенно снижается сете-

вой трафик СУИ по сравнению с СУИ, которые непосредственно взаимодействуют с РОУ (см. рис. 5).

Кроме уменьшения накладных сетевых расходов работа СУИ с ЛОУ имеет и другие преимущества, часть из которых приведена в табл. 2.

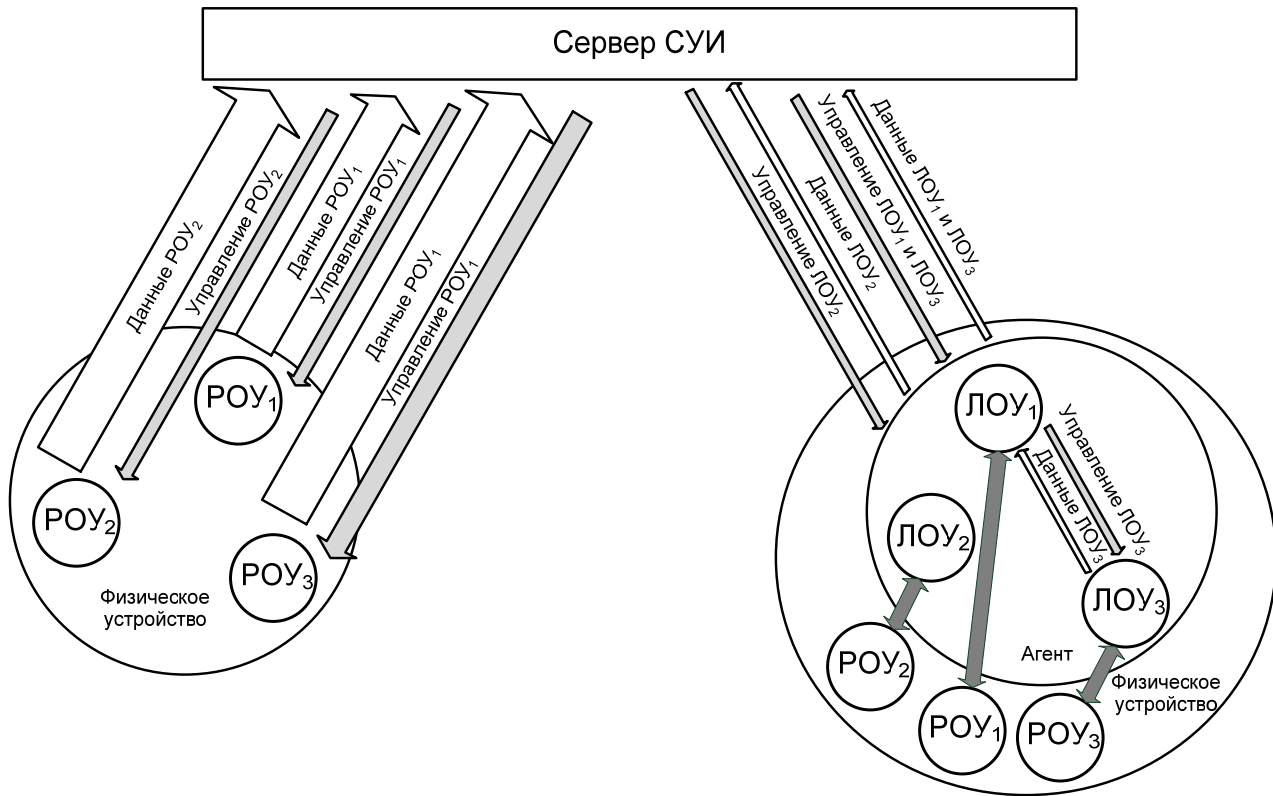


Рис. 5.

Сравнение объемов потоков данных и управления при работе СУИ с РОУ и ЛОУ

Табл. 2. Сравнительный анализ работы СУИ с ЛОУ и РОУ

Характеристика	ЛОУ	РОУ
Объем данных мониторинга	Незначительный	Большой
Подключение новых типов объектов	Просто	Затруднительно
Детализация команд управления	На уровне макрокоманд	Подробная
Возможность передачи данных мониторинга зависимых объектов	Имеется	Отсутствует
Возможность передачи команд управления зависимым объектам	Имеется	Отсутствует
Возможность анализа состояния объекта	Имеется	Затруднена
Оперативное наращивание функций	Просто	Затруднено
Зависимость от аппаратно-программной платформы	Отсутствует	Существенная
Универсальность	Существенная	Ограниченная

Для работы с РОУ разных типов СУИ должна поддерживать большой набор протоколов и методов мониторинга и управления. При этом обработка данных осуществляется в сервере СУИ. При работе СУИ с ЛОУ может быть использован универсальный инструментарий для

широкого класса используемых типов РОУ, который можно будет задействовать для работы с новыми типами РОУ.

Предлагаемая концепция управления ИТИ ориентирована на применение агентского подхода [28–32] при проведении мониторинга и дистанционного управления аппаратно-

программными ОМУ ИТИ. В этом случае в РОУ встраиваются программные агенты СУИ.

Механизм взаимосвязи РОУ и ЛОУ

ЛОУ – это объект данных СУИ, который может быть сконструирован и сконфигурирован администратором посредством клиентского инструментария СУИ и сохранен в БД. ЛОУ фиксируют определенные части ИТС и позволяют прикладывать к ним управляющие воздействия. РОУ могут иметь любую структуру, отличную от внутренних структур данных СУИ. ЛОУ не является моделью в чистом виде, используемой только для моделирования процесса управления, скорее наоборот, ЛОУ сами по себе не позволяют проводить симуляцию реальных событий. ЛОУ является представлением РОУ внутри СУИ, унифицированным интерфейсом, с которым могут работать механизмы оценки состояний и управления, а также администраторы СУИ.

Для связи ЛОУ и РОУ целесообразно использовать предлагаемый механизм DALL-функций (Dynamic Auto Link Library – динамически связываемые библиотеки), основанный на рефлексии типов. Посредством DALL-функций производится мониторинг параметров и состояния РОУ и осуществляется воздействие на них. DALL-функции являются передаточными звеньями при взаимодействии ЛОУ и РОУ. Путем вызова соответствующих DALL-функций мониторинга, производится синхронизация состояния ЛОУ с состоянием РОУ, а в случае оказания на ЛОУ управляющих воздействий, эти воздействия передаются РОУ путем вызова соответствующих управляющих DALL-функций.

Механизм DALL-функций предоставляет инструментарий для расширения функционала и возможностей СУИ, а также интеграции с внешними СУ без внесения изменений в программную реализацию СУИ, что делает СУИ универсальной и позволяет применять ее для решения широкого спектра задач управления ИТИ. Кроме того, абстрактность DALL-функций по отношению к СУИ является их главным достоинством, так как позволяет наращивать количество типов РОУ, с которыми может взаимодействовать СУИ, только путем добавления новых DALL-функций и соответствующего конфигурирования системы, без внесения изменений в программную реализацию самой СУИ. Таким образом, посредством механизма DALL-функций можно осуществ-

лять взаимодействие СУИ с практически любыми внешними ИТ-системами и объектами.

Математически DALL-функция является функцией, которая принимает кортеж от ЛОУ из n параметров и возвращает кортеж из m значений от РОУ

$$f:(a_1, a_2, \dots, a_n) \rightarrow (b_1, b_2, \dots, b_m). \quad (11)$$

Таким образом, параметры, с которыми оперирует каждый ЛОУ, можно разделить на две группы: параметры $a_h, h = \overline{1, n}$, которые передаются в DALL-функции, и параметры $b_z, z = \overline{1, m}$, значения которых являются результатом выполнения DALL-функций.

DALL-функции не являются чистыми функциями, т. е. функциями, не обладающими побочными эффектами и всегда возвращающими одинаковый результат для одинаковых параметров, поскольку результат их работы зависит от времени выполнения и конкретного РОУ, с которым взаимодействует данная функция. Например, запустив функцию мониторинга в один момент времени на разных серверах можно получить разные результаты. Поэтому функция (11) имеет вид

$$f:(t, X_{i,j}, a_1, a_2, \dots, a_n) \rightarrow (b_1, b_2, \dots, b_m), \quad (12)$$

где t – текущий момент времени, $X_{i,j}$ – состояние i -го РОУ $R_{i,j}$ j -го уровня иерархии, для которого производится вызов функции.

Данные параметры можно определить во время выполнения функции, но невозможно указать явно. Повлиять на них можно только косвенно, указав РОУ, с которым функции следует взаимодействовать, а также указав время или частоту вызова функции.

DALL-функции используются не только для мониторинга состояния РОУ $R_{i,j}$, но и для оказания управляющих воздействий, поэтому в механизм DALL-функций заложена возможность создания побочных эффектов [33]. DALL-функция (12), выполняющая функции управления, имеет вид

$$f:(t, X_{i,j}, a_1, a_2, \dots, a_n) \rightarrow (\Delta t, X'_{i,j}, b_1, b_2, \dots, b_m), \quad (13)$$

где Δt – время выполнения функции, $X'_{i,j}$ – состояние РОУ $R_{i,j}$ после выполнения функции.

Каждая DALL-функция f_k из множества функций $\{f_k\}$ может осуществлять взаимодействие с определенным множеством РОУ $\{R_l\}$, содержащим РОУ, соответствующие единому шаблону ОМУ, например, «коммутаторы».

DALL-функція вибирає конкретний РОУ з множини $\{R_i\}$, доступного данному агенту A ($R_{i,j}, R_{i,j} \in \{R_i\}, R_{i,j} \in A$), на основі значень входних параметрів, ідентифікують даний РОУ $R_{i,j}$. При виборі використовуються визначені критерії, задавані розробниками конкретної DALL-функції. Крім того, DALL-функція може одночасно взаємодіяти з кількома різними РОУ. Кожен ЛОУ за допомогою однієї або кількох DALL-функцій може взаємодіяти з одним або кількома РОУ, або його взаємодія буде обмежуватися тільки іншими ЛОУ.

Вхідні параметри $a_h, h = \overline{1, n}$ DALL-функції діляться на конфігураційні $c_l, l = \overline{1, k}$ і керуючі $d_p, p = \overline{1, v}$. З допомогою конфігураційних параметрів $c_l, l = \overline{1, k}$ проводиться вибір РОУ для взаємодії, вони встановлюються на етапі конфігурування СУІ і визначають прив'язку ЛОУ до РОУ. Керуючими параметрами задаються керуючі впливи і їх значення можуть змінюватися СУІ в час роботи.

Таким чином,

$$\begin{cases} \{c_1, \dots, c_k\} \subseteq \{a_1, \dots, a_n\}, \\ \{d_1, \dots, d_v\} \subseteq \{a_1, \dots, a_n\}, \\ \{c_1, \dots, c_k\} \cup \{d_1, \dots, d_v\} = \{a_1, \dots, a_n\}, \\ \{c_1, \dots, c_k\} \cap \{d_1, \dots, d_v\} = \emptyset, \\ k + v = n, \end{cases} \quad (14)$$

і отримаємо наступне описання DALL-функції:

$$f : (t, X, c_1, \dots, c_k, d_1, \dots, d_v) = (\Delta t, X', b_1, \dots, b_m). \quad (15)$$

Наприклад, якщо РОУ є мережею сервера, а завдання СУІ полягає в обмеженні генерованого трафіку при виникненні перевантаження в мережі, то при взаємодії з РОУ відповідний ЛОУ буде використовувати дві DALL-функції: моніторингу – f_1 і керування – f_2 . DALL-функції f_1 і f_2 можуть взаємодіяти з множиною серверів, маршрутизаторів і ПК, тому для ідентифікації конкретного РОУ в якості вхідного конфігураційного параметра c_1 DALL-функцій f_1 і f_2 буде використовуватися IP-адрес сервера. Функція f_1 повертає значення поточної допустимої швидкості передачі даних через мережеву карту (b_1), а функція f_2 приймає значення максимальної швидкості обміну даними (d_1) і, відповідно, змінює состоя-

ние сетевой карты сервера на (X'). Таким чином, параметрами ЛОУ будуть:

$$\begin{cases} c_1 — IP-адрес; \\ b_1 — текущее ограничение скорости; \\ d_1 — новое ограничение скорости. \end{cases} \quad (16)$$

DALL-функції ЛОУ з урахування параметрів (16) будуть мати вигляд:

$$\begin{aligned} f_1 : (t, X, c_1) &\rightarrow (\Delta t, b_1), \\ f_2 : (t, X, c_1, d_1) &\rightarrow (\Delta t, X'). \end{aligned} \quad (17)$$

Основне перевага застосування DALL-функцій проявляється в тому, що вони надають відкриту, модульну архітектуру, що дозволяє писати функціонал управління новими РОУ без внесення змін в саму СУІ.

Функціональна структура СУІ

Функціональна структура СУІ, реалізуючої всі п'ять процесів МАУОП, наведена на рис. 6.

В СУІ кожен з процесів МАУОП реалізується підсистемою, виконуючою відповідні функції. Модульність структури дозволяє легко нарощувати функціонал окремих підсистем без внесення суттєвих змін в інші підсистеми, а також створювати спрощені версії СУІ, виконуючі тільки частину процесів МАУОП, наприклад, моніторингу і керування або тільки моніторингу, з скороченим функціоналом. Мета такого підходу – перетворити створення СУІ з складно контролюваної сукупності хаотичних дій по закупці компонентів ІТ-керування в керувану бізнес-процес створення інтегрованої СУІ.

Виходячи з п'яти процесів МАУОП, життєвий цикл керування ІТІ цілком природно розглядати як послідовне проходження п'яти відповідних фаз – моніторингу, аналізу, керування, оптимізації і планування. Керування життєвим циклом дозволяє планувати розвиток ІТС, виявляти і аналізуючи тенденції, порівнюючи їх з планом розвитку ІТІ для виявлення відхилень. При цьому здійснюється перехід до неперервному процесу керування ІТІ.

В відповідності з функціональною структурою (рис. 6) підсистеми СУІ виконують наступні основні функції.

Підсистема моніторингу визначає стан елементів ІТС шляхом збору, вимірювання і порівняння даних з пороговими значеннями, формує звітність шляхом ведення журналів

и составления различных отчетов о функционировании ИТС и работе ИТ-подразделения, отображает результаты мониторинга в виде карт, диаграмм, информационных панелей и пр. с предоставлением механизмов фильтрации для многовариантного выбора показателей. Кроме того, осуществляется идентификация ресурсов и проблем в ИТС.

Подсистема анализа производит анализ результатов мониторинга состояния ОМУ. Кроме того, подсистема анализа задействуется при управлении устранением неисправностей, осуществляя оценку и анализ данных, необходимые для выявления проблемных областей при определении первопричин возникновения неисправностей.

Подсистема управления выбирает управляющие воздействия из множества \hat{U} в соответствии с (4) на основе политик управления с учетом существующих ограничений.

Подсистема оптимизации решает задачи оптимального распределения и перераспределения информационно-вычислительных и телекоммуникационных ресурсов ИТС.

Подсистема планирования решает задачи прогноза поведения ИТС, выявления тенденций использования всех ресурсов ИТИ, отслеживание проведения регламентных работ, планирование развития: определение динамики роста ИТИ, оптимизация закупок при масштабировании или модернизации ИТС, выработки политики развития и пр.

Каждая из подсистем реализует функции для всех уровней иерархической модели ИТИ и имеет внутреннюю иерархическую структуру. Кроме того, каждая подсистема может содержать модули, реализуемые в виде отдельных приложений, решающих, например, такие задачи, как управление распределением ресурсов, управление техническим обслуживанием и пр.

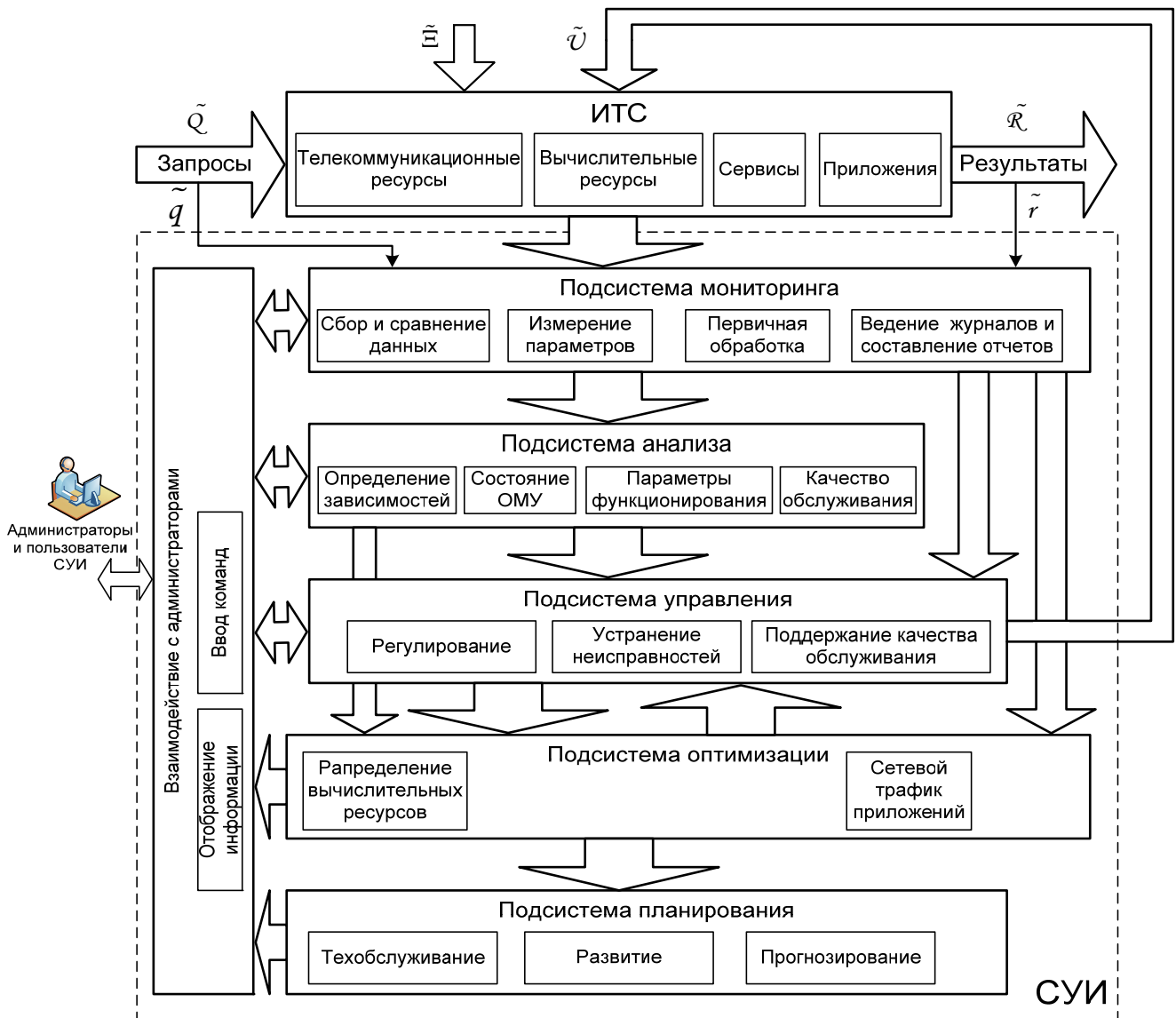


Рис. 6. Функциональная структура СУИ

Распределение функций между компонентами рассредоточенной СУИ определяется топологией и масштабами ИТИ. Так, применение централизованной подсистемы мониторинга может оказаться неприемлемым из-за большого объема генерируемого трафика, в то время как использование региональных серверов СУИ и агентской технологии позволяет сократить трафик данных мониторинга. С другой стороны, централизация управления сетью, вычислительными ресурсами, сервисами и приложениями позволяет существенно уменьшить эксплуатационные расходы.

Все особенности построения СУИ учитываются на этапе проектирования СУИ с учетом топологии, масштаба и назначения ИТС.

Функциональная схема подсистемы мониторинга. Для каждого i -го, $i = \overline{1, I_j}$ ОМУ $O_{i,j}$

j -го уровня иерархии, $j = \overline{1, J}$ определено множество

$$P^{(i,j)} = \{p_1^{(i,j)}, p_2^{(i,j)}, \dots, p_n^{(i,j)}\}, \quad (18)$$

параметров $p_l^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$, которые оказывают существенное влияние на состояние и качество функционирования ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$.

Формирование множества $P^{(i,j)}$ производится на основе анализа функционального назначения ОМУ $O_{i,j}$, условий его функционирования, статистических данных о функционировании ОМУ и других факторов. Эту задачу решает администратор с использованием функционала подсистемы анализа.

Сбор значений параметров $p_l^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$, $\forall i, j$ осуществляет подсистема мониторинга, функциональная схема которой приведена на рис. 7.

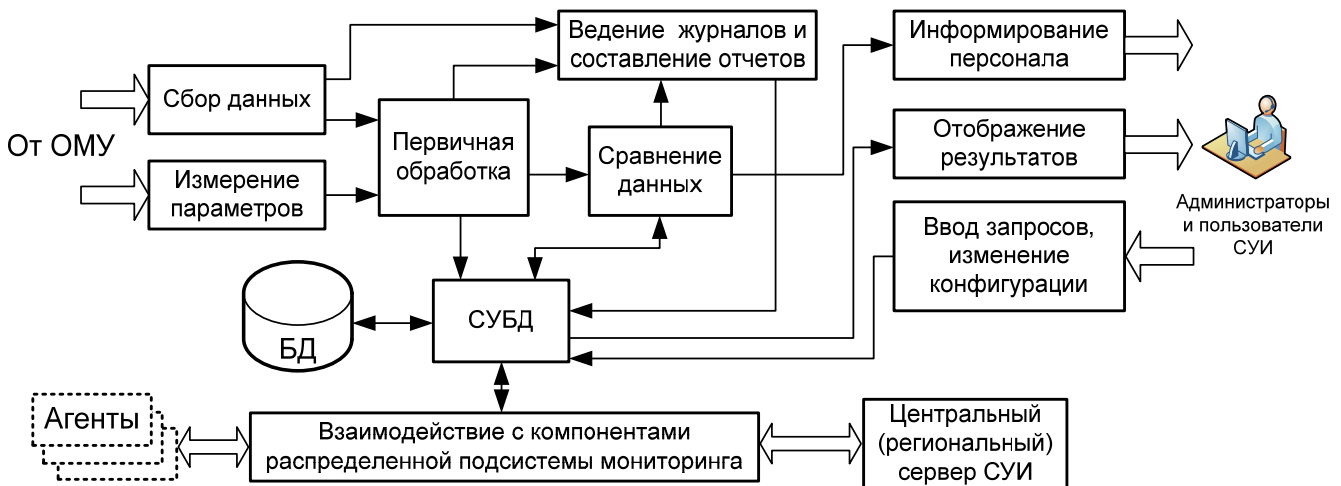


Рис. 7. Функциональная схема подсистемы мониторинга

Подсистема собирает данные, измеряет значения параметров и формирует массив

$$P = \bigcup_{i,j} P^{(i,j)} \quad (19)$$

данных мониторинга.

Текущие массивы P накапливаются в БД и формируют базу данных с результатами мониторинга $P(t)$.

Для каждого параметра $p_l^{(i,j)} \in P^{(i,j)}$, $\forall i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$, $l = \overline{1, n}$ должны быть определены нормативные значения $b_l^{(i,j)} \in B^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$, где

$$B^{(i,j)} = \{b_1^{(i,j)}, b_2^{(i,j)}, \dots, b_n^{(i,j)}\}, \quad (20)$$

множество нормативных значений параметров ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$.

Относительно нормативных значений $B^{(i,j)}$ производится определение степени снижения значений параметров $P^{(i,j)}$, определяющих показатели эффективности функционирования ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$.

Можно предложить несколько вариантов определения нормативных или эталонных значений параметров множества $B^{(i,j)}$ в реальной среде эксплуатации ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$.

В первом случае значения $b_l^{(i,j)} \in B^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$ определяются по результатам выполнения ряда тестов после установки ОС, инсталля-

ции ПО и оптимизационной настройки вычислительной системы. После чего вычисляется среднее значение параметра, которое и принимается нормативным для (20).

Во втором – для определения значений в течение достаточно длительного времени, которое может измеряться неделями, модуль мониторинга собирает данные о работе ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$, которые после усреднения и коррекции в подсистеме анализа принимаются администратором за нормативные. В дальнейшем сравнение значений параметров (18) производится относительно нормативных (20).

В третьем – ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$ самостоятельно периодически запускает тестовые задания, накапливает статистику, по шаблонам определяет нормативные значения и в случае существенных отклонений значений (18) от (20) информирует СУИ. Накопленные статистические данные могут сбрасываться или корректироваться администратором ИТС.

Кроме того, нормативные значения могут не измеряться, а задаваться, например, администратором СУИ на основании документов, регламентирующих требования к функционированию определенного класса ОМУ.

В модуле первичной обработки производится преобразование и нормирование значений параметров массива P . Нормирование осуществляется относительно $b_l^{(i,j)} \in B^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$, и в БД подсистемы мониторинга хранятся нормированные значения измеряемых параметров $p_l^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$, ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$.

Для каждого параметра $p_l^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$ каждого ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$ определены пороговые значения $h_l^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$ нормального функционирования, нормированные относительно нормативных значений $b_l^{(i,j)} \in B^{(i,j)}$ параметров $p_l^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$ ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$. Пересечение пороговых значений, свидетельствующее о нештатной работе ОМУ, инициирует соответствующее событие, о чем информируется администратор СУИ.

Множество $H^{(i,j)}$ пороговых значений параметров $P^{(i,j)}$ ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$

$$H^{(i,j)} = \{h_1^{(i,j)}, h_2^{(i,j)}, \dots, h_n^{(i,j)}\} \quad (21)$$

хранится в БД мониторинга.

В СУИ при определении критичности значений параметров и при вынесении решений о состоянии ОМУ $O_{i,j}$, $\forall i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$ целесообразно использовать не обычные пороги (21), а пороги со свойством гистерезиса [34], когда каждому значению $h_l^{(i,j)} \in H^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$ сопоставляются два значения ${}^+h_l^{(i,j)}$ и ${}^-h_l^{(i,j)}$, таких, что

$$\begin{aligned} {}^+h_l^{(i,j)} &= h_l^{(i,j)} + \Delta^+h_l^{(i,j)} \\ {}^-h_l^{(i,j)} &= h_l^{(i,j)} + \Delta^-h_l^{(i,j)} \end{aligned} \quad (22)$$

где ${}^+h_l^{(i,j)}$ и ${}^-h_l^{(i,j)}$, соответственно, положительное и отрицательное значения гистерезисного порога, а $\Delta^+h_l^{(i,j)}$ и $\Delta^-h_l^{(i,j)}$ – положительное и отрицательное приращение порогового значения $h_l^{(i,j)}$.

При использовании традиционного порога изменение состояния $S_{i,j}$ ОМУ $O_{i,j}$ фиксируется при каждом пересечении порогового значения. В случае девиации состояния в зоне пороговых значений происходит большое количество срабатываний на выходе модуля сравнения данных. Каждое изменение состояния вызывает необходимость включения механизмов реакции СУИ на аномальное состояние ОМУ $O_{i,j}$ и информирования администратора СУИ о появлении критичных ситуаций.

Применение в СУИ порогов (22) со свойством гистерезиса позволяет существенно уменьшить количество срабатываний на выходе модуля сравнения данных, поскольку сообщение об изменении состояния выдается только после того, когда изменение состояния надежно зафиксировано.

Функциональная схема подсистемы анализа. Анализ состояний всех ОМУ $O_{i,j}$, $\forall i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$ осуществляет подсистема анализа, функциональная схема которой приведена на рис. 8.

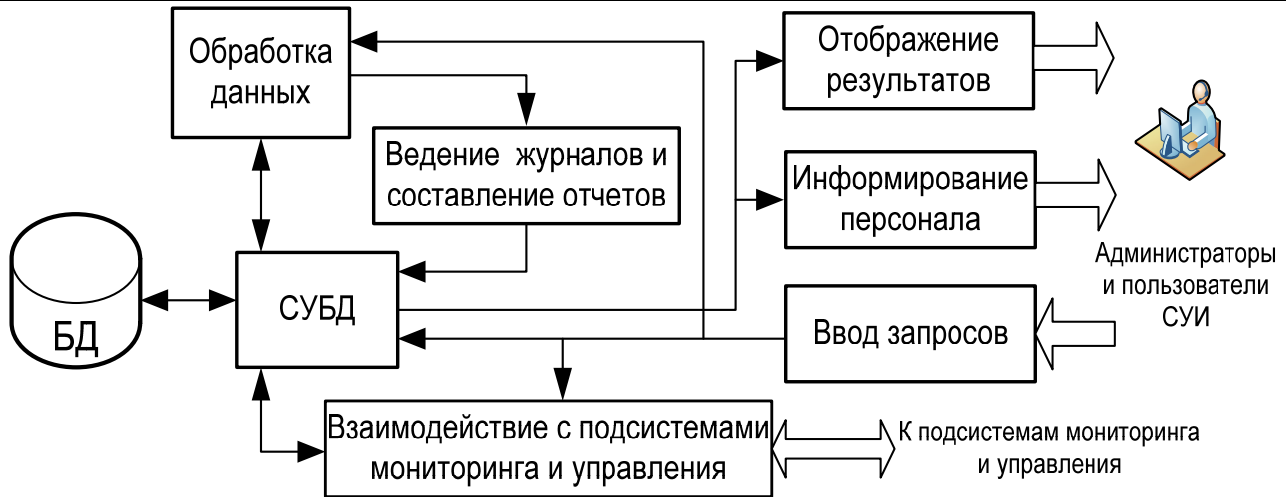


Рис. 8. Функциональная схема подсистемы анализа

На основании (18) значений параметров $p_l^{(i,j)}$, $l = \overline{1, n}$ массива (19) подсистема анализа посредством функционала $\Phi_0^{(i,j)}$ определяет состояние $S_{i,j}$ ОМУ $O_{i,j}$, $\forall i = \overline{1, I_j}$ и $j = \overline{1, J}$

$$S_{i,j} = \Phi_0^{(i,j)} \{p_1^{(i,j)}, p_2^{(i,j)}, \dots, p_n^{(i,j)}\}. \quad (23)$$

Вид функционала $\Phi_0^{(i,j)}$, $\forall i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$, определяется в результате статистического анализа массива $P(t)$ данных мониторинга, выбирается из соответствующего шаблона и закрепляется администратором за ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$

$$\Phi_0^{(i,j)} \in F_0 \{ \Phi_{0,k} \}, \quad (24)$$

где F_0 – множество шаблонов функционала $\Phi_0^{(i,j)}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$, $\Phi_{0,k}$ $k = \overline{1, K}$ – отдельный шаблон функционала $\Phi_0^{(i,j)}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$.

Кроме оценки состояния $S_{i,j}$ ОМУ $O_{i,j}$, $\forall i = \overline{1, I_j}$ и $j = \overline{1, J}$ модуль анализа определяет состояние $\hat{S}_{i,j}$ ОМУ $O_{i,j}$, влияющее на качество функционирования ОМУ $O_{i,j}$, $i = \overline{1, I_j}$, $j = \overline{1, J}$.

Состояние $\hat{S}_{i,j}$ ОМУ $O_{i,j}$, $\forall i = \overline{1, I_j}$ и $j = \overline{1, J}$ определяется посредством функционала $\Phi_1^{(i,j)}$

$$\hat{S}_{i,j} = \Phi_1 \{s_1^{(i,j)}, s_2^{(i,j)}, \dots, s_M^{(i,j)}\}, \quad (25)$$

где $s_m^{(i,j)}$, $m = \overline{1, M}$ – показатель, характеризующий отдельное m -е, в общем случае, комплексное свойство ОМУ $O_{i,j}$, например, производительность, надежность и др. Вопросам кодирования состояния $\hat{S}_{i,j}$ ОМУ посвящена работа [10].

Для связи показателей отдельных свойств ОМУ $O_{i,j}$ с наиболее существенными параметрами, влияющими на m -е, ведем функционал $\Phi_{2,m}^{(i,j)}$, $m = \overline{1, M}$

$$s_m^{(i,j)} = \Phi_{2,m} \{E_m^{(i,j-1)}, P_m^{(i,j)}\}, \quad (26)$$

где $E_m^{(i,j-1)} = \{s_m^{(i,j-1)}\}$ – множество показателей m -го свойства ОМУ $O_{i,j-1}$, оказывающих влияние на свойство $s_m^{(i,j)}$, $P_m^{(i,j)} \in P^{(i,j)}$ – множество оригинальных параметров ОМУ $O_{i,j}$, оказывающих влияние на m -е свойство $s_m^{(i,j)}$ ОМУ $O_{i,j}$.

Выбор и закрепление функционала $\Phi_{2,m}$ за отдельным свойством осуществляется подобно (24).

Функциональная схема подсистемы оптимизации. Подсистема оптимизации призвана решать различные оптимизационные задачи, возникающие при выполнении процессов МАУОП, прежде всего, задачи оптимального распределения вычислительных ресурсов ИТС, постановке и решению которых посвящены работы [17–22]. Функциональная схема подсистемы оптимизации приведена на рис. 9.

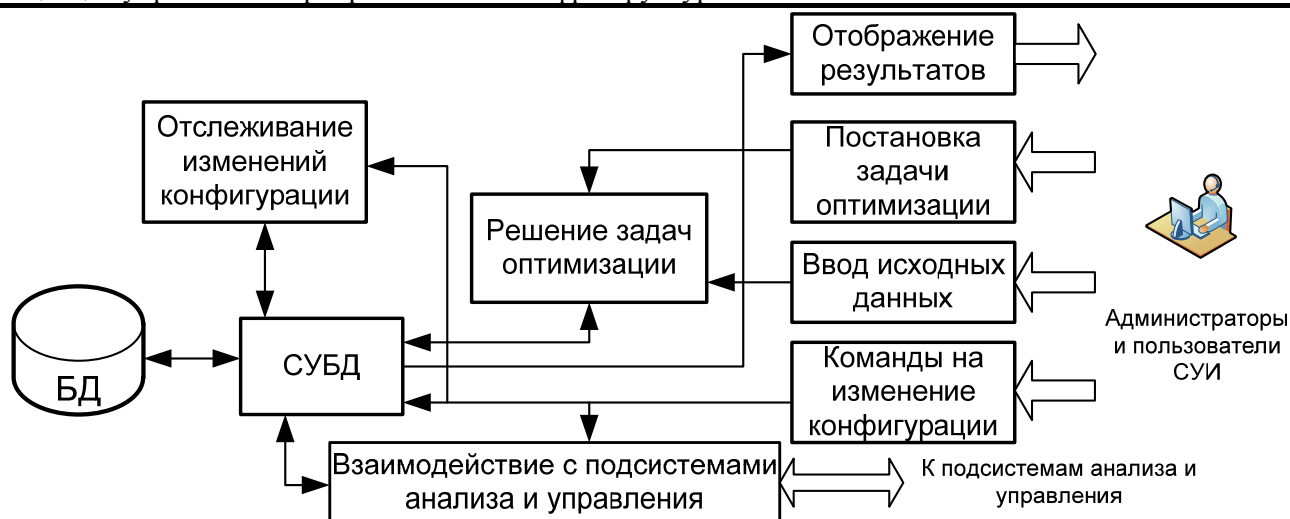


Рис. 9. Функциональная схема подсистемы оптимизации

Подсистема оптимизации использует два режима работы: автоматизированный и автоматический.

Инициализация запуска решения задач производится по сигналам подсистемы анализа или инициируется администратором СУИ. В автоматизированном режиме администратор выбирает задачу оптимизации и задает исходные данные. Наблюдая за ходом решения задачи, он может корректировать процесс получения результата, близкого к оптимальному. Реализация решения производится соответствующим изменением конфигурации ИТС.

Процесс решения задач оптимизации может запускаться и реализовываться автоматически при поступлении сведений, например, об изменении приоритетов бизнес-процессов, возникновении критичных отказов и др. В этом случае

от подсистемы анализа поступают сигналы о необходимости запуска задачи оптимизации, а в подсистему управления поступают команды на реализацию оптимального распределения вычислительных ресурсов.

Функциональная схема подсистемы планирования. Подсистема планирования предназначена для автоматизации решения задач оптимального развития ИТС. Функциональная схема подсистемы планирования приведена на рис. 10.

Подсистема планирования производит отслеживание проведения регламентных работ, прогноз поведения ИТС, выявление тенденций по использованию ресурсов, определение динамики роста, выработку политики и планирование развития, оптимизацию закупок при масштабировании или модернизации ИТС и пр.

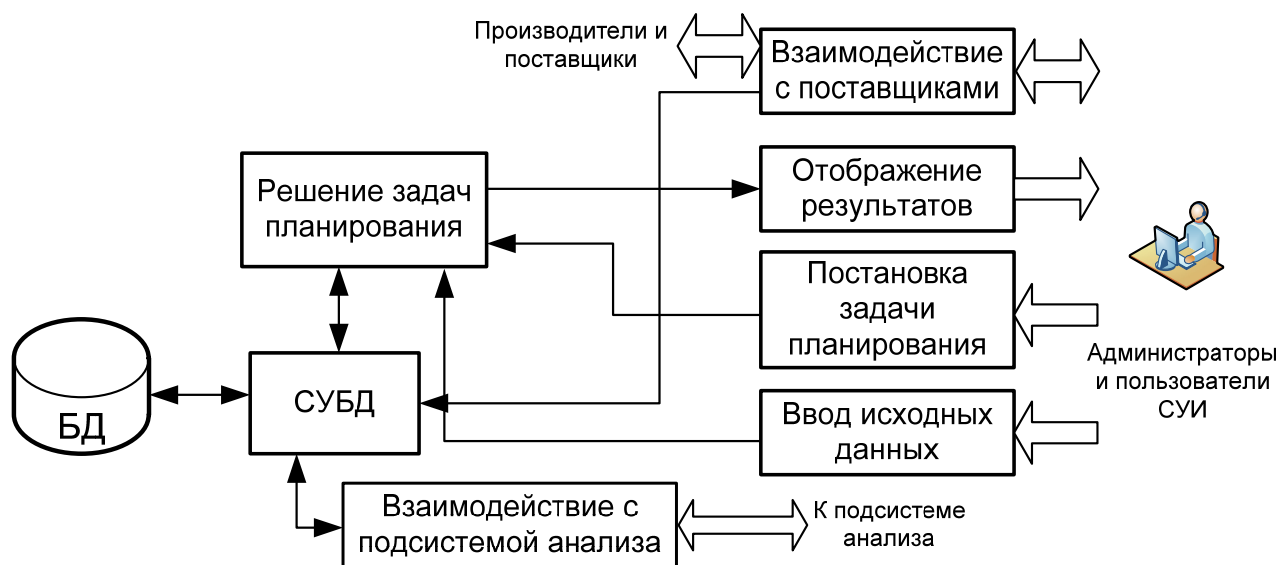


Рис. 10. Функциональная схема подсистемы планирования

Для решения задач планирования обычно используется фирменное ПО управления закупками, автоматизации проведения работ по обслуживанию, пакеты прикладного анализа данных и др.

Выводы. В данной работе предложена концепция управления корпоративной ИТИ. Сделана общая постановка задачи управления, предложена базовая модель управления и модель процесса управления ИТС, произведен анализ компонентов ИТИ как объектов управления. Предложено команды, функции и методы управления ИТИ разделить на четыре категории – управления ИТС, приложениями, ресурсами и элементами. Введено и определено

понятие логического объекта мониторинга и управления. Разработана функциональная структура СУИ, а также функциональные схемы подсистем мониторинга, анализа, оптимизации и планирования.

Применение предложенной концепции управления при разработке систем управления ИТ-инфраструктурой позволит увеличить эффективность и надежность использования информационно-коммуникационных технологий и ресурсов, а также повысить производительность ИТ-инфраструктуры, что положительно скажется на выполнении бизнес-процессов предприятия.

Список литературы

1. Ролик А.И. Тенденции и перспективы развития управления информационными технологиями / А.И. Ролик // Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: «ВЕК+», 2012. – № 55. – С. 81–109.
2. Теленик С.Ф. Система управління інформаційно-телекомунікаційною системою корпоративної АСУ / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов, Р.Л. Соколовський // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: «ВЕК+», 2006. – № 45. – С. 112–126.
3. Ролик А.И. Система управления корпоративной информационно-телекоммуникационной инфраструктурой на основе агентского подхода / А.И. Ролик, А.В. Волошин, Д.А. Галушко, П.Ф. Можаровский, А.А. Покотило // Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: «ВЕК+», 2010. – № 52. – С. 39–52.
4. Теленик С.Ф. Система управления информационной инфраструктурой транспортного предприятия / С.Ф. Теленик, А.И. Ролик, П.Ф. Можаровский, А.В. Волошин // Автомобільний транспорт: зб. наук. праць: Вип. 25. – Харків.: ХНАДУ, 2009. – С. 242–245.
5. Катышев С. Об одной концепции управления распределенным ресурсами // С. Катышев // Открытые системы. – 1998. – №3.
6. Garbani J.-P. It's Time For IT Management Software 2.0 / J.-P. Garbani, T. Mendel, E. Hubbert, E. Radcliffe. – Forrester Research, Inc. – 2009. – Dec. 8. – 13 p.
7. Ролик А.И. Метод нечеткой непараметрической оценки качества функционирования элементов информационно-телекоммуникационных систем / А.И. Ролик, Д.А. Галушко, П.Ф. Можаровский, А.А. Андриенко, В.М. Вовк // Адаптивні системи автоматичного управління. Міжвідомчий наук.-техн. зб. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2012. – Вип. 19 (39). – С. 115–125.
8. Черняк Л. Корпоративное управление: первые шаги // Открытые системы. – 2007. – №8. – С. 36–42.
9. Ролик А.И. Распределение мобильных компонентов системы управления информационно-телекоммуникационной системой / А.И. Ролик, Р.Л. Соколовский // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: «ВЕК+», 2007. – № 47. – С. 113–124.
10. Теленик С.Ф. Методы диагностики компонентов информационно-телекоммуникационных систем / С.Ф. Теленик, А.И. Ролик, Ю.С. Тимофеева // «Наукові вісті» Інституту менеджменту і економіки «Галицька академія». – Івано-Франківськ, 2009. – № 1 (15). – С. 49–58.
11. Ролик А.И. Анализ качества функционирования элементов информационно-телекоммуникационных систем / А.И. Ролик, Е.В. Глушко // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: «ВЕК+», 2008. – № 48. – С. 113–120.
12. Теленик С.Ф. Зведення метрик оцінювання рівня обслуговування користувачів на основі експертних оцінок / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, О.М. Моргаль, О.С. Квітко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2011. – №1. – С. 112–123.
13. Теленик С.Ф. Нечітке оцінювання в задачах управління рівнем обслуговування / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.В. Ясочка, О.М. Моргаль // Наукові записки УНДІЗ. – 2011. – № 2 (18). – С. 29–42.
14. Ролік О.І. Метод зведення метрик якості функціонування компонентів ІТ-інфраструктури за допомогою апарату непараметричної статистики / О.І. Ролік, П.Ф. Можаровський, В.М. Вовк, Д.С. Захаров //

- Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: «ВЕК+», 2011. – № 53. – С. 160–169.
15. Пат. 65906 Україна, МПК G06F 11/34. Спосіб аналізу параметрів функціонування об'єктів інформаційно-телекомунікаційної системи / О.І. Ролік, П.Ф. Можаровский. – № u 2010 12774; заявл. 28.10.10; опубл. 26.12.11, Бюл. № 24. – 6 с.
 16. Ролик А.И. Метод нечеткой непараметрической оценки качества функционирования элементов информационно-телекоммуникационных систем / А.И. Ролик, Д.А. Галушко, П.Ф. Можаровский, А.А. Андриенко, В.М. Вовк // Адаптивні системи автоматичного управління. Міжвідомчий наук.-техн. зб. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2012. – Вип. 19 (39). – С. 115–125.
 17. Теленик С.Ф. Моделі управління розподілом обмежених ресурсів в інформаційно-телекомунікаційній мережі АСУ/ С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: Єкотех, 2006. – № 44. – С. 234–239.
 18. Ролик А.И. Модель управления перераспределением ресурсов информационно-телекоммуникационной системы при изменении значимости бизнес-процессов// Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. – 2007. – №2 (20).– С. 73–82.
 19. Теленик С. Ф. Технологія управління ІТ-інфраструктурою на основі ресурсного підходу/ С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов // Вісник ЖДТУ. – 2008.– № 4 (47). – С. 180–189.
 20. Теленик С. Управління ресурсами центрів оброблення даних / С. Теленик, О. Ролік, М. Букасов, К. Крижова // Вісник Львів. ун-ту. Серія прик. матем. інформ. – Вип. 15. – 2009. – С. 325–340.
 21. Ролик А.И. Система управления информационными потоками в корпоративной IP-сети / А.И. Ролик, В.А. Иосифов // Адаптивні системи автоматичного управління. Міжвідомчий науково-технічний збірник. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2009.– Вип. 14 (34).– С. 73–85.
 22. Ролік О.І. Моделювання управління потоками даних в корпоративних IP-мережах/ О.І. Ролік, Ю.М. Пошак, М.А. Никоненко, А.В. Мельник // Адаптивні системи автоматичного управління. Міжвідомчий наук.-техн. зб. – Дніпропетровськ: Системні технології, 2011.– Вип. 18(38).– С. 94–103.
 23. Garbani J.-P. Competitive Analysis: Application Performance Management And Business Transaction Monitoring/ J.-P. Garbani. – Forrester Research, Inc. – 2010. – Sep. 9. – 29 p.
 24. Garbani J.-P. Market Overview: Application Performance Management, Q4 2011 / J.-P. Garbani, E. Hubbert, D. Washburn, L. Kempton. – Forrester Research, Inc. – 2011. – Dec. 7. – 17 p.
 25. Теленик С.Ф. Моделі управління віртуальними машинами при серверній віртуалізації / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов, А.Ю. Лабунський // Вісник НТУУ «КПІ»: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: «ВЕК+», 2009. – № 51. – С. 147–152.
 26. Брукс П. Метрики для управління ІТ-услугами / П. Брукс; Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 283 с.
 27. Cisco Advanced Services Network Management Systems Architectural Leading Practice. White Paper. – Cisco Systems, Inc. – 2007. – 11 p.
 28. Fricke S. Agent-based Telematic Services and Telecom Applications / S. Fricke, K. Bsufka, J. Keiser, T. Schmidt, R. Sessler, S. Albayrak// Communications of the ACM. – 2001. – vol. 44, no. 4. – pp. 43–48.
 29. Тржец К. Дистанционное управление программным обеспечением с помощью агентов/ Тржец К., Ежич Г., Кушек М., Дешич С. // Ericsson Nikola Tesla, REVIJA. – 2005. – vol. 18, no. 41. – p 57–67.
 30. Кнапик М. Developing Intelligent Agents for Distributed Systems: Exploring Architecture, Technologies, and Applications/ М. Кнапик J. Johnson. – NY. USA: McGraw-Hill. – 1997. – 389 p.
 31. Cockayne W. R. Mobile Agents / W. R. Cockayne, M. Zyda. – NJ. USA: Prentice Hall, Englewood Cliffs. – 1998. – 312 p.
 32. D'Inverno M. Understanding Agent Systems / M. D'Inverno, M. Luck. – Berlin: Springer-Verlag. – 2001. – 191 p.
 33. Себеста Р.У. Основные концепции языков программирования / Р.У. Себеста. – 5-е изд. – М.: Вильямс, 2001. – С. 672.
 34. Ролик А.И. Управление устранением неисправностей в ИТ-системах / А.И. Ролик, Ю.С. Тимофеева, Н.И. Турский // Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – К.: «ВЕК+», 2008. – № 49. – С. 94–107.