Научная статья
УДК 004.4'2+004.087.5
ББК 32.972.5
С 37
DOI: 10.53598/2410-3225-2021-3-286-63-72

**Программное и аппаратное обеспечения подсистем
интеллектуального ситуационного центра***
(Рецензирована)

Владимир Сергеевич Симанков¹, Вячеслав Александрович Шарай²

^{1,2} Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия.

¹ vs@simankov.ru

² wsharay@gmail.com

Аннотация. Рассмотрено аппаратное и программное обеспечение для создания единой программно-аппаратной платформы ситуационного центра как гетерогенной среды – среды, вычислительными узлами которой управляет несовместимое программное обеспечение, поддерживающее возможность организации взаимодействия. Также рассмотрен способ организации взаимодействия подсистем ситуационного центра через универсальный перечень запросов.

Ключевые слова: информационная система, ситуационный центр, программное обеспечение, аппаратное обеспечение, виртуализация, RESTAPI

Original Research Paper

Software and hardware subsystems of intelligent situational center

Vladimir S. Simankov¹, Vyacheslav A. Sharay²

^{1,2} Kuban State University of Technology, Krasnodar, Russia.

¹ vs@simankov.ru

² wsharay@gmail.com

Abstract. The paper discusses hardware and software for creating a unified software and hardware platform for a situation center as a heterogeneous environment – an environment whose computing nodes are controlled by incompatible software that supports the possibility of organizing interaction. The method of organizing the interaction of the subsystems of the situation center through a universal list of requests is also considered.

Keywords: information system, situational center, software, hardware, virtualization, RESTAPI

Введение

Ситуационный центр (СЦ) – это интеллектуальный программно-технический комплекс, предназначенный для оперативного принятия управленческих решений, контроля и мониторинга объектов различной природы, ситуаций и других функций [1, 2].

Основными задачами ситуационных центров являются [1]:

- мониторинг состояния объекта управления с прогнозированием развития ситуации на основе анализа поступающей информации;
- моделирование последствий управленческих решений на базе использования информационно-аналитических систем;
- экспертная оценка принимаемых решений и их оптимизация;
- управление в кризисной ситуации.

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и администрации Краснодарского края в рамках научного проекта № 20–47–235003 «Разработка теоретических основ и алгоритмов функционирования адаптивных иерархических систем управления с использованием».

Рис. 1. Структурно-функциональная схема интеллектуального ситуационного центра

Fig. 1. Structure and functional diagram of the intelligent situation center

Для достижения целей функционирования СЦ в его составе создаются информационные системы [1–5]. Под информационной системой (ИС) будем понимать взаимосвязанную совокупность информационных, технических, программных, математических, организационных, правовых, эргономических, лингвистических, технологических и других средств, а также персонала, предназначенную для сбора, обработки, хранения и выдачи экономической информации и принятия управленческих решений. Структурно-функциональная схема интеллектуального ситуационного центра представлена на рисунке 1 [3–5].

Основная часть

Программное обеспечение ИС СЦ представляет собой несколько слоев (рис. 2).

Рис. 2. Программное обеспечение информационной системы ситуационного центра

Fig. 2. Situation center information system software

На первом, самом нижнем, слое расположено системное программное обеспечение электронных вычислительных машин (ЭВМ): клиентские операционные системы ОС (ОС) и серверные ОС (в том числе ОС гипервизора). ОС являются готовыми и могут быть представлены как windows-like ОС, так и ОС по стандарту POSIX.

На втором слое расположено прикладное обеспечение СЦ: офисные пакеты, программные серверы (система управления базами данных (СУБД), веб-сервер, сервер хранения и резервного копирования, сервер контроллера домена, системы имитационного моделирования, математические пакеты), инструментальное программное обеспечение (ПО). Это программное обеспечение тоже, как правило, является готовым. ПО уровней 1 и 2 после установки следует настроить в соответствии с логикой бизнес-процессов и политиками доступа к СЦ.

На третьем уровне расположено программное обеспечение сервисов СЦ: программный сервер сервиса визуализации, программный сервер сервиса планирования, программный сервер сервиса принятия решений.

На четвертом уровне расположен программный сервер СЦ, который позволяет вызывать сервисы СЦ, управлять правами пользователей, формировать задачи и просматривать возможные решения задач.

ПО уровней 3 и 4 не является стандартным, его следует разрабатывать исходя из цели создания СЦ [1–6], его задач и бизнес-логики обработки информации на объекте, для которого СЦ создается. С помощью этого ПО происходит обработка как разнородной информации, хранимой в ИС СЦ, так и поступающей от разнородных внешних источников (внешних ИС). Сервис визуализации отражает значение параметров или состояния в удобной для пользователя форме. Визуализируемые данные могут быть пред-

ставлены как для системы в целом, так и для отдельного ее уровня. Сервис прогнозирования предназначен для расчета прогнозных значений на заданный будущий момент функционирования объекта управления. Данные с сервиса прогнозирования подаются в сервис визуализации. Сервис планирования предназначен для применения управляющих воздействий или их серий на модели объекта управления с целью просмотра возможного состояния объекта управления. В сервисе должна быть предусмотрена возможность сохранения нескольких серий управляющих воздействий в виде нового управляющего воздействия. Также данный сервис должен иметь возможность вызывать сервис прогнозирования как одну из своих команд. Выходные данные этого сервиса должны иметь возможность поступать на вход сервиса прогнозирования и сервиса визуализации. Суть работы сервиса планирования сводится к решению задачи многокритериальной оптимизации значений на некотором наборе управляющих воздействий. В связи со сложным характером связей внутри объекта управления и разнородностью информации в ИС СЦ оправданным является использование методов машинного обучения и генетических алгоритмов для реализации сервиса прогнозирования и планирования.

При создании подсистем СЦ остро стоит необходимость в разработке универсального интерфейса, объединяющего все сервисы подсистем в единую оболочку [6, 7]. Одной из таких технологий, позволяющей реализовать интеграцию подсистем СЦ, представляется технология REST API, использующая http-запросы для работы с различными наборами данных. В этом случае создается клиент-серверная модель организации взаимодействия, где клиентами и серверами могут быть любые ИС и сущности, поддерживающие общий заранее определенный набор запросов и ответов на них (API). Каждый запрос называется конечной точкой (endpoint). В гетерогенной среде, как правило, используется протокол HTTP для передачи запросов и сообщений между участниками обмена. Наиболее распространенным современным форматом сообщений является JSON. Внешние по отношению к ИС СЦ сущности должны иметь программный модуль, способный взаимодействовать через REST API. Такой модуль создается силами собственника внешней ИС после подписания соглашения о сетевом взаимодействии ИС СЦ и внешней ИС.

Типовой перечень конечных точек (API-запросов) для ИС СЦ может быть представлен следующим списком:

- авторизовать клиента;
- выполнить визуализацию указанных параметров;
- выполнить визуализацию состояния объекта управления с указанными параметрами;
- выполнить прогнозирование значения указанного параметра на указанный период с использованием указанного метода прогнозирования;
- выполнить прогнозирование состояния объекта управления с указанными параметрами с использованием указанного метода прогнозирования;
- сохранить временное прогнозное значение;
- выполнить временное сохранение состояния объекта;
- применить к объекту управляющее воздействие с указанными параметрами к указанному сохраненному состоянию объекта управления;
- сохранить промежуточный результат применения воздействия;
- утвердить управляющее воздействие и сохранить результат воздействия;
- создать новое управляющее воздействие;
- запросить указанные данные из указанного источника (внутреннего или внешнего);
- выполнить резервное копирование базы знаний (БЗ) и базы данных (БД) ИС СЦ.

В целях наиболее оптимального взаимодействия и обслуживания ПО и аппаратного обеспечения ИС СЦ перспективным является использование контейнерной виртуализации. Каждый сервис СЦ и оболочка СЦ помещается в отдельный контейнер. Между контейнерами настраивается возможность сетевого взаимодействия. Оболочка СЦ является также сервисом, предоставляющим интерфейс для внешних систем и графический интерфейс пользователя. Такой подход к разработке и размещению сервисов СЦ называется микросервисным. Микросервисный подход позволяет получить независимые сервисы, объединенные одной общей средой, связанные одним API и имеющие возможность независимой разработки и доставки на место развертывания. На рисунке 3 показана типичная схема размещения контейнеров в среде виртуализации Docker.

Рис. 3. Применение контейнерной виртуализации для построения СЦ

Fig. 3. Using container virtualization to build a SC

Стартовый набор необходимого ПО для организации ИС СЦ указан в таблице 1.

Таблица 1

Рациональный перечень ПО для создания программной платформы ИС СЦ

Table 1. Rational list of software for creation of software platform for information system of situation center

№	Тип ПО	Лицензия	Марка ПО	Назначение ПО	Место установки
1.	Клиент-ская ОС	Свободная, коммерч.	Ubuntu, Windows	Выполнение исследования, подготовка документов, разработка ПО для СЦ	Рабочее место внутр. и внешн. клиентов
2.	Сервер-ная ОС	Свободная, коммерч.	Ubuntu Server, Windows Server	Размещение на себе разработок, обеспечение централизованного доступа к разработкам	Серверы сервисов ИС СЦ

Окончание таблицы 1

End of table 1

№	Тип ПО	Лицензия	Марка ПО	Назначение ПО	Место установки
3.	ОС гипервизора	Свободная	ESXI	Обеспечение виртуализации	Сервер виртуализации
4.	Среда виртуализации	Свободная	Docker	Обеспечение контейнеризации,	Сервер виртуализации
5.	IDE	Свободная	Eclipse	Разработка ПО СЦ	Внутр. клиенты
6.	СУБД	Свободная, коммерч.	MySQL, MongoDB, MS SQL Server	Обеспечение хранения и доступа к данным	Сервера сервиса хранения знаний
7.	Математический пакет	Свободная, коммерч.	Maple, Scilab, Matlab	Разработка и доводка математического обеспечения ПО СЦ, имитационное моделирование систем управления	Внутр. клиенты
8.	Система моделирования	Коммерч.	Anylogic, Stella Architect, DSS Lab Strice	Имитационное моделирование произвольных процессов и систем	Внутр. клиенты, серверы сервисов планирования, принятия решений
9.	Система мониторинга	Свободная, коммерч.	Elastic Stack	Мониторинг событий и ситуаций	Внутр. клиенты, серверы сервисов мониторинга, принятия решений
10.	Система прогнозирования	Свободная, коммерч.	Deductor, Loginom	Прогнозирование событий и ситуаций	Внутр. клиенты, серверы сервисов прогнозирования
11.	Система планирования	Свободная, коммерч.	Loginom	Планирование событий и ситуаций	Внутр. клиенты, серверы сервисов планирования
12.	Система принятия решений	Свободная, коммерч.	Loginom	Поддержка принятия решений событий и ситуаций	Внутр. клиенты, серверы сервисов принятия решений
13.	Система мониторинга сети	Свободная, коммерч.	Zabbix	Обеспечение информационной безопасности (ИБ) интегрированной ИС СЦ: мониторинг аномалий и нарушений в сети	Сервер сервиса ИБ, все клиенты и прикладные серверы
14.	DLP система	Свободная, коммерч.	Pfsense, Traffic monitor и др.	Обеспечение ИБ интегрированной ИС СЦ: защита от выхода защищаемой информации за периметр ИС СЦ	Сервер сервиса ИБ
15.	Антивирусное ПО	Свободная, коммерч.	Dr. Web, Kaspersky и др.	Обеспечение ИБ интегрированной ИС СЦ: защита от вредоносного и троянского ПО	Сервер сервиса ИБ, все клиенты и прикладные серверы
16.	Офис. пакет	Свободная, коммерч.	Libre Office, MS Office	Выполнение исследования, подготовка документов	Внутр. и внешн. клиенты
17.	ПО для тестирования ПО	Свободная	Postman	Проверка разработанного ПО СЦ на работоспособность и безошибочность функционирования	Внутр. клиенты
18.	ПО межсетевого экрана	Свободная	Pfsence	Обеспечение безопасного функционирования сети СЦ с разделением информ. потоков	Маршрутизатор
19.	ПО для сервисов СЦ	Проприент.	Собств. разраб.	Обеспечение функционирования сервисов СЦ	Серверы сервисов визуализации, планирования, прогнозирования, принятия решений
20.	ПО оболочки СЦ	Проприент	Собств. разраб.	Обеспечение совместного функционирования сервисов СЦ	Сервер управления ИС СЦ

При подборе готового ПО в ИС СЦ и при разработке нестандартного ПО для сервисов СЦ необходимо учитывать показатели качества ПО [8], согласно ISO/IEC 25010:201.

Основными компонентами аппаратного обеспечения СЦ являются: серверное оборудование, клиентское оборудование, оборудование для видеосвязи, коммуникационное оборудование, оборудование для коллективного отображения информации [1].

В состав оборудования для коллективного отображения информации, как правило, входят крупные экраны и системы озвучения помещений, а также проекционное оборудование [1].

Клиентское оборудование представляет собой автоматизированные рабочие места (АРМ) [1], построенные по технологии толстого или тонкого клиента. Клиентские АРМ предоставляют возможность сотрудникам СЦ получать доступ к подсистемам СЦ. АРМ в виде тонкого клиента применяются при использовании технологии виртуализации серверного и клиентского оборудования.

Оборудование для видеосвязи (ВКС) представляет собой либо готовые программно-аппаратные решения [1] (например, ВКС Polycom или ВКС Sony), либо используются серверные компьютеры с установленным на них программным обеспечением для проведения видеоконференций. В первом случае комплекс ВКС состоит из сервера многоточечной многопоточной видеосвязи, сервера управления, клиентских групповых терминалов (или пользовательских ЭВМ со специализированным клиентским ПО). Во втором случае комплекс ВКС представляет собой стандартный сервер со сторонним ПО для конференций (например, ПО BigBlueButton), а клиентами выступают пользовательские ЭВМ с установленным на них браузером Интернет-ресурсов.

В состав серверного оборудования входят серверы различного целевого назначения: серверы контроллера домена, системы хранения данных, серверы баз данных, прикладные серверы, веб-серверы, серверы виртуализации, серверы видеоконференций [1].

Серверы контроллера домена обеспечивают создание централизованно управляемой группы ЭВМ, объединенных общей политикой настройки и безопасности. В домене ЭВМ логически поделены по подсетям. В случае построения ИС СЦ на базе продуктов Microsoft используется контроллер домена в составе MS Windows Server. При использовании *nix-подобных ОС оправданным является использование ОС Astra Linux, благодаря возможности создавать аналог контроллера домена.

Система хранения данных (СХД) является основным местом хранения [9] важной информации, обрабатываемой в ИС СЦ. Как правило, СХД представляет собой специализированную ЭВМ, содержащую в себе некоторое количество дисковых устройств, объединенных особым образом для повышения надежности хранения информации (например, технология RAID). Кроме того, СХД содержит интерфейсные средства доступа для серверов и клиентов (например, порты iSCSI или web-интерфейс для клиентов и администраторов). Совокупность серверов и СХД образует сеть хранения данных в СЦ. Также СХД используются для резервного копирования данных СЦ.

Прикладные серверы предназначены для обработки информации, согласно бизнес-логике СЦ конкретного объекта [3, 4]. Данные серверы обеспечивают работу сервисов СЦ (визуализация, планирование, прогнозирование, мониторинг) и имеют возможность обработать большие объемы данных во внутренней памяти и поддерживать возможность обрабатывать существенное количество запросов.

Веб-серверы предназначены для решения двух основных задач: обеспечение визуализации данных и обеспечение возможности взаимодействовать между серверами и клиентами [1, 3, 4]. Возможность взаимодействия реализуется за счет наличия поддержки веб-протоколов в подавляющем количестве операционных систем. А задача ви-

зуализации решается за счет возможности использовать стандартный браузер ресурсов сети Интернет.

Серверы виртуализации предназначены для использования мощностей одного высокопроизводительного сервера для одновременного выполнения нескольких операционных систем. Данная способность полезна для обеспечения как можно более полного использования мощностей серверов (исключается частичный простой серверов), обеспечения высокой отказоустойчивости (за счет надежного дискового хранилища сервера и возможности резервного копирования виртуальных машин), физического отделения пользователя от обрабатываемой им информации (путем закрытия возможности подключать дисковые устройства к тонким клиентам). Как правило, при построении ИС СЦ такие элементы, как сервер контроллера домена, пограничный маршрутизатор, DHCP-сервер и система хранения данных, АРМ администратора СЦ не виртуализируются. При нехватке мощностей одного из серверов виртуализации прибегают к кластеризации серверов.

Коммуникационное оборудование представлено, как правило, кабельными линиями (медными или оптическими), управляемыми коммутаторами корпоративного класса, маршрутизаторами [1]. Данное оборудование необходимо для построения сетевой инфраструктуры СЦ. Наиболее нагруженные участки сети выполняются в виде ВОЛС (например, участок между СХД и сервером БД). Управляемые коммутаторы позволяют гибко настраивать и управлять доступом устройств к сети СЦ, а маршрутизаторы позволяют физически разграничивать подсети. Часть коммуникационного оборудования в случае использования систем виртуализации может быть представлена виртуальными аналогами.

Также в сети СЦ присутствуют устройства сетевой защиты: межсетевые экраны, системы обнаружения вторжений, системы предотвращения утечек, системы мониторинга сетей [1].

Стартовый перечень необходимого аппаратного обеспечения для организации ИС СЦ показан в таблице 2.

Таблица 2

Рациональный перечень оборудования для создания аппаратной платформы ИС СЦ

Table 2. Rational list of equipment for creation of hardware platform for information system of situation center

№	Тип	Кол-во	Назначение аппаратного обеспечения
1.	Клиентские ЭВМ	Произвольное	Предоставление рабочих мест аналитикам, разработчикам и администраторам СЦ для: выполнения исследования, подготовки документов, разработки ПО для СЦ, разработки и доводки математического обеспечения ПО СЦ, имитационного моделирования произвольных процессов и систем, проверки разработанного ПО СЦ на работоспособность и безошибочность функционирования
2.	Серверная ЭВМ	2	Размещение разработок, обеспечение централизованного доступа к разработкам, обеспечение контейнеризации
3.	Управляемый коммутатор	1	Обеспечение надежного функционирования сети СЦ с разделением информационных потоков на виртуальные сети
4.	Система хранения данных (NAS)	1	Обеспечение централизованного и резервного хранения: документации (научной, программной, распорядительной), программного кода, контейнеров, дампов БД
5.	Маршрутизатор / Межсетевой экран	1	Обеспечение надежного и безопасного функционирования сети СЦ с разделением информационных потоков

В связи с наличием существенного числа информационных ресурсов и существенного числа вычислительных устройств ИС СЦ целесообразно размещать в центре

обработки данных (ЦОД). Под ЦОД [10] понимается специализированное здание для размещения (хостинга) серверного и сетевого оборудования и подключения абонентов к каналам сети Интернет.

Типовая структура ЦОД содержит следующие компоненты: прикладные приложения для обеспечения логики работы, система управления базами данных (DBMS) для структурированного хранения данных, хост-система или главный компьютер для размещения компонентов прикладного ПО и СУБД, сеть для связи компонентов внутри ЦОД и для связи ЦОД с внешними системами, хранилище для долговременного хранения информации, обрабатываемой в СЦ.

В связи с существенным объемом обрабатываемых данных и целевым назначением СЦ ЦОД для СЦ должен отвечать уровню сертификации Teir III

Выводы:

1. На основе методологии системного анализа и структурно-функциональной схемы интеллектуального ситуационного центра разработана система оптимального взаимодействия программно-аппаратного обеспечения СЦ. Предложенная гетерогенная организация функционирования ресурсов интеллектуального ситуационного центра позволяет обеспечить интеграцию всех подсистем в единое информационное пространство.

2. Предложенное программное обеспечение для выполнения разнородных задач позволяет сформировать единую программную платформу интеллектуального ситуационного центра и успешно решать широкий круг проблем для различных объектов управления.

3. Система контейнерной виртуализации для реализации ИС СЦ представляется в виде микросервисной системы, позволяющей получить объединение независимых сервисов в одну общую среду, связанной одним универсальным API запросов и имеющей возможность независимой разработки и установки.

4. Рациональный набор аппаратного обеспечения представляет собой полнофункциональную платформу, объединяющую все составные части интеллектуального ситуационного центра, и позволяющую реализовать все функции, в том числе и обеспечение безопасности самого ситуационного центра.

Список литературы

1. Ильин Н.И., Демидов Н.Н., Новикова Е.В. Ситуационные центры. Опыт, состояние, тенденции развития. Москва: МедиаПресс, 2011. 336 с.
2. Ситуационные центры развития как интеграторы государственного управления в саморазвивающихся полисубъектных средах: монография / А.А. Зацаринный, Н.И. Ильин, А.Н. Райков [и др.]. Москва: Когитоцентр, 2019. 252 с.
3. Симанков В.С., Власенко А.В., Черкасов А.Н. Методологическое обеспечение подсистемы обеспечения комплексной безопасности в составе интеллектуального ситуационного центра // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Сер.: Естественные и технические науки. 2021. № 7. С. 107–114.
4. Симанков В.С., Черкасов А.Н. Структура и методология функционирования интеллектуальной системы ситуационного центра // Глобальный научный потенциал. 2015. Т. 12 (57). С. 32–37.
5. Симанков В.С. Автоматизация системных исследований: монография. Краснодар: КубГТУ, 2002. 376 с.
6. Вахмянин И.С., Ильин Н.И., Новикова Е.В. Разработка модели алгоритма управления информационными потоками в ситуационных центрах органов государственной власти // Бизнес-информатика. 2011. № 1 (15). С. 3–10.

7. Хетагуров Я.А. Проектирование автоматизированных систем обработки информации и управления (АСОИУ): учебник. Москва: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2015. 240 с.
8. Информационные технологии СИСТЕМНАЯ И ПРОГРАММНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов: ГОСТ Рисо/мэк 25010 – 2015.
9. Сомасундарам Г., Шривастава А. От хранения данных к управлению информацией / пер. с англ. Н. Вильчинского. 2-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2016. 544 с.
10. Система классификации Tier. URL: <https://ru.uptimeinstitute.com/tiers> (дата обращения: 28.04.2021).

References

1. Ilyin N.I., Demidov N.N., Novikova E.V. Situational centers. Experience, state, tendencies of development. Moscow: MediaPress, 2011. 336 p.
2. Situational development centers as integrators of public administration in self-developing polysubject environments: monograph / A.A. Zatsarinny, N.I. Ilyin, A.N. Raykov [et al]. Moscow: Kogitocenter, 2019. 252 p.
3. Simankov V.S., Vlasenko A.V., Cherkasov A.N. Methodological support of the integrated security subsystem as part of the intellectual situational center // Modern Science: Topical Problems of Theory and Practice. Ser.: Natural and Technical Sciences. 2021. No. 7. P. 107–114.
4. Simankov V.S., Cherkasov A.N. The structure and methodology of the functioning of the intellectual system of the situational center // Global Scientific Potential. 2015. Vol. 12 (57). P. 32–37.
5. Simankov V.S. Automation of system research: monograph. Krasnodar: KubGTU, 2002. 376 p.
6. Vakhmyanin I.S., Ilyin N.I., Novikova E.V. Development of a model of an algorithm for information flows management in situation centers of state authorities // Business Informatics. 2011. No. 1 (15). P. 3–10.
7. Khetagurov Ya.A. Design of automated information processing and control systems (ASOIU): textbook. Moscow: BINOM: Knowledge Laboratory, 2015. 240 p.
8. Information technology SYSTEM AND SOFTWARE ENGINEERING. Requirements and quality assessment of systems and software (SQuaRE). Models of the quality of systems and software products: GOST Riso/mec 25010 – 2015.
9. Somasundaram G., Shrivastava A. From data storage to information management / transl. from English by N. Vilchinsky. 2nd ed. SPb.: Piter, 2016. 544 p.
10. Tier classification system. URL: <https://ru.uptimeinstitute.com/tiers> (access date: 28.04.2021).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 5.08.2021; одобрена после рецензирования 1.09.2021; принята к публикации 2.09.2021.

The article was submitted 5.08.2021; approved after reviewing 1.09.2021; accepted for publication 2.09.2021.

© В.С. Симанков, В.А. Шарай, 2021