

## ОРКЕСТРАЦИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ЦЕНТРЕ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА

<sup>1</sup>И.Т.Утепбергенов, <sup>2</sup>Д.М. Сонькин, <sup>1</sup>В.В. Яворский, <sup>2</sup>О.Б. Фофанов, <sup>3</sup>А.О. Чванова,  
<sup>4</sup>Е.Г. Ключева

(<sup>1</sup>г. Алматы, Институт информационных и вычислительных технологий,

<sup>2</sup>г. Томск, Томский политехнический университет,

<sup>3</sup>г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет,

<sup>4</sup>г. Караганда, Карагандинский государственный технический университет)

e-mail: i.utepbergenov@gmail.com, sonkind@tpu.ru, yavorskiy-v-v@mail.ru, ofofano@tpu.ru,  
mysteria-nastya@mail.ru, lenchik\_t\_k@mail.ru

## ORCHESTRATION OF COLLABORATION IN DATA CENTER OF CITY TRANSPORT INTELLIGENT SYSTEM

<sup>1</sup>I.T.Utepbergenov, <sup>2</sup>D.M. Sonkin, <sup>1</sup>V.V. Yavorskiy, <sup>2</sup>O.B. Fofanov, <sup>3</sup>A.O. Chvanova,  
<sup>4</sup>Ye.G. Klyuyeva

(<sup>1</sup>Almaty, Institute of information and computing technologies,

<sup>2</sup>Tomsk, Tomsk Polytechnic University,

<sup>3</sup>Temirtau, Karaganda State Industrial University,

<sup>4</sup>Karaganda, Karaganda State Technical University)

e-mail: i.utepbergenov@gmail.com, yavorskiy-v-v@mail.ru, sonkind@tpu.ru, ofofano@tpu.ru,  
mysteria-nastya@mail.ru, lenchik\_t\_k@mail.ru

**Abstract.** The concept of improving the management of urban transport systems, which can be implemented within the framework of intelligent transport system (ITS). At the new level, a system of traffic management and urban public transport should be considered and implemented. The scheme of interaction of providing subsystems of intellectual transport system and subsystems of management of city transport system is analyzed. As part of the creation of intelligent transport systems, it is planned to integrate various information structures and systems. Orchestrators can be used to provide load balancing, scalability, and fault tolerance. Orchestration is the coordination of the interaction of multiple data drives. Analytical systems that will operate within the framework of the ITS system: «smart» transport, involve working with both structured and unstructured data. Implementation of data storage systems will ensure data collection and storage for further optimization of work with them using orchestration technologies. Next, you need to create a single platform to automate the configuration and management of the entire life cycle of various data center resources: network, server, storage resources. The unified management and orchestration system includes software integration with high-level business applications and a self-service portal.

**Keywords:** intelligent transport systems, «smart» city, data processing systems, orchestration, urban transport.

**Введение.** Современные города сталкиваются с растущими проблемами от усиления урбанизации и постоянного роста населения и инфраструктуры. Продвинутое беспроводные сети и интернет вещей (IoT) позволяют использовать множество устройств; облачные вычисления осуществляют обмен данными и интеграцию; унифицированные коммуникации (UC&C) — межведомственное сотрудничество, а Центр интеллектуальных операций повышает эффективность городского управления [1].

Усложнение производственных и информационных систем с неизбежностью приводит к созданию сервисных архитектур. В рамках создания интеллектуальных транспортных систем предполагается интеграция различных информационных структур и систем.

**Цель работы.** Для обеспечения балансировки нагрузки, масштабируемости и повышения отказоустойчивости могут использоваться вспомогательные средства — оркестраторы [2]. В рамках исследования необходимо рассмотреть возможности использования механизмов оркестрации данных в работе дата-центра интеллектуальной транспортной системы.

**Материалы и методы.** Оркестрация — это координация взаимодействия нескольких накопителей данных. В принципе, можно создавать хранилище, в котором запущены сразу

все необходимые процессы, но этот подход лишен гибкости при масштабировании, изменении архитектуры, а также создает проблемы с безопасностью, т.к. в этом случае процессы никак не изолированы и могут без ограничений влиять друг на друга [3]. Оркестрация же позволяет строить информационные системы из небольших частей-контейнеров, каждый из которых ответственен только за одну задачу, а общение осуществляется через сетевые порты и общие директории [4]. При необходимости контейнеры в таком «оркестре» можно заменять на другие: например, чтобы проверить работу приложения на другой версии базы данных. Аналитические системы, которые будут функционировать в рамках системы ИТС: «умного» транспорта, предполагают работу как со структурированными, так и с неструктурированными данными. При этом большой объем приходится именно на неструктурируемую информацию, например, на видеопоток. Так что многие полагают, и не без оснований, что реально работающие системы появились только с внедрением инструментов нового поколения, которые используют средства анализа больших данных (Big Data), а также средств искусственного интеллекта — машинного обучения. Именно они позволили без участия человека выявлять потенциально опасные события. Контейнеры оркестрации оснащаются средствами анализа видеоданных, поступающих с камер, наблюдающих за дорожным движением, поскольку системы видеофиксации являются основным источником оперативных данных о состоянии движения. Однако, следует отметить, что система аналитики не может, если само видеонаблюдение спроектировано с ошибками. Например, если обзор перекрывается, камеры имеют недостаточное разрешение или чувствительность, что особенно критично в темное время суток. Отмечались случаи, когда система начинала регулярно ошибаться, если положение камер меняли, например, из-за воздействия ветра. Именно с этим связывают массовые случаи выявления ложных нарушений скоростного режима в Москве летом 2017 года [5].

Если обратиться к мировому опыту, то системы анализа видеопотоков впервые дали максимально положительный результат в декабре 2012 года в Нью-Йорке. Был день, когда не было зафиксировано ни одного нарушения. Это случилось впервые за всю историю города. И внедрение системы видеоналитики департаментом полиции, а также видеокамер на общественном транспорте способствовало этому успеху. Данная система была внедрена по инициативе тогдашнего мэра города Майкла Блумберга. Он опирался на свой опыт в области инвестиций, где работа уже давно немыслима без использования средств автоматизации и аналитики. При этом резидентом штата Нью-Йорк является компания IBM, у которой уже в 2000-е годы была работающая система Smart Vision Suite, позволявшая в реальном времени и практически без участия человека фиксировать разного рода инциденты и реагировать на них. Ситуационные центры анализа транспортной ситуации есть и у московских предприятий, управляющих общественным транспортом, будь то автобусы, наземный электротранспорт, метрополитен. Наиболее наглядным примером работы по анализу пассажиропотоков стало заметное расширение времени работы по пиковым нагрузкам. Результат не заставил себя долго ждать. При этом данные по загрузке транспортных средств были получены как раз при анализе видеопотока [5]. Впрочем, это уже не является чисто московским ноу-хау, но имеющийся опыт относится в основном к небольшим городам, тогда как в миллионниках все долгое время упиралось в масштабы.

Для интеллектуальной транспортной системы с функционированием на базе технологий оркестрации подходящей является сервис-ориентированная архитектура, которая предполагает модульный подход к разработке программ, в основе которых лежат слабо связанные распределенные компоненты [6]. Интерфейсы компонентов в сервис-ориентированной архитектуре инкапсулируют детали реализации (операционную систему, платформу, язык программирования) от остальных компонентов, таким образом обеспечивая комбинирование и многократное использование компонентов для построения сложных распределённых программных комплексов, обеспечивая независимость от используемых платформ и инструментов разработки, способствуя масштабируемости и управляемости создаваемых систем.

Существуют различные платформы для оркестрации контейнеров. Они позволяют реализовать удобные и эффективные средства развертывания контейнерных систем, построения единой централизованной консоли для применения политик управления. Наиболее известны следующие системы: Kubernetes, Docker Swarm и Apache Mesos. Кроме того есть еще Nomad, Fleet, Aurora, Amazon EC2 Container Service, Microsoft Azure Container Service, однако они менее популярны. Рассмотрим функционал наиболее известных систем для оркестрации данных.

Kubernetes — OpenSource-система для управления контейнерными кластерами. Появилась в результате наработок Google при использовании механизма для изоляции процессов в виртуальной среде (Borg). В 2014 г. Google открыла код Kubernetes и стала распространять систему под лицензией Apache 2.0 [6]. Благодаря тому, что Google открыла код и сделала свою систему оркестрации открытой, она стала самой популярной. Сегодня ее можно рассматривать как лучшее и универсальное решение для работы с приложениями в облачной среде. Платформу оркестрации поддерживают такие компании, как Red Hat, IBM, CoreOS и др.

Kubernetes позволяет распределять контейнеры по узлам кластера, подстраиваясь к текущей нагрузке и потребностям в работе тех или иных сервисов. Платформа позволяет организовать обслуживание большого числа хостов, следить за их состоянием, производить балансировку нагрузки и другое. Среди преимуществ данной системы следует отметить возможность гибкой настройки служб безопасности, организации сетевых и распределенных файловых систем. Недостатком является отсутствие полной сопроводительной документации.

Docker Swarm — вторая по популярности система оркестрации и это не случайно. Ведь компания Docker была первой, кто предложил эффективную и удобную для корпоративного использования систему в 2013 г. Docker значительно упростила развертывание полноценных виртуальных систем и оркестрацию в целом.

Инструмент контейнерной кластеризации Docker Swarm появился немного позже и стал частью платформы Docker. Он позволяет объединять Docker-хосты в общий виртуальный хост.

На третьем месте по популярности система Apache Mesos. Изначально она появилась как исследовательский проект в Университете Беркли. Впервые она была собрана в полноценный продукт и представлена публично в 2009 г.

Apache Mesos — это централизованная отказоустойчивая система для управления кластером. Позволяет объединять в группы отдельные узлы, согласно определенным требованиям, а также обеспечивать их изоляцию от остальных IT-ресурсов.

Интеллектуальная информационная система сбора данных о дорожной ситуации предполагает большое число данных, следовательно, и решение для оркестрации контейнеров необходимо выбирать, которое поддерживает обработку данных большого объема. Наиболее подходящим является Kubernetes.

В рамках интеллектуальной транспортной системы предполагается несколько составных частей, которые и будут наполнять контейнеры для дальнейшей оркестрации:

1. Система управления городским общественным транспортом.
2. Система формирования и обработки данных.
3. Система контроля и обеспечения безопасности.
4. Система электронных платежей.
5. Хранилища данных и система управления доступом.

Оркестрация данных является частью облачных вычислений, которые должны выполняться в рамках единого центра обработки данных интеллектуальной транспортной системы (ЦОД ИТС).

ЦОД ИТС должен быть реализован на базе управления службы пассажирским транспортом и представлять собой крупный дата-центр с развитой сетевой и инженерной инфраструктурой. На рисунке 1 представлена архитектура ЦОД ИТС [7]. На базе ЦОД предлагает-

ся интеграция внешних и корпоративных информационных систем транспортных предприятий, локальной сети службы управления пассажирским транспортом, а также удаленных источников данных - информационных табло на остановочных пунктах, бортового оборудования транспортных средств и мобильных устройств конечных пользователей.

Архитектуру ИТС можно рассматривать с позиции иерархии составляющих ее устройств. Всего можно выделить три уровня иерархии [8].

1. Физическая архитектура, которая представлена датчиками и исполнительными элементами. Исполнительными элементами ИТС являются детекторы транспортных потоков, информационные табло, знаки переменной информации, видеокамеры, светофорные контроллеры и камеры контроля скоростных режимов. Это является основой сбора данных о дорожной ситуации. Передача данных от первого ко второму уровню должна осуществляться с соблюдением всех требований к защищенности и надежности передачи данных.

2. Второй уровень осуществляет направленную обработку конкретных поступающих данных от устройств, оснащенных исполнительными элементами. Передача данных между вторым и третьим уровнями реализуется в соответствии с требованиями конкретных процессов. Эти требования весьма разнообразны. Обычно предполагается, что приблизительно половина информации передается без требований к надежности, доступности и защищенности, в то время, как передача второй половины должна гарантировать удовлетворение этим требованиям.

3. Третий уровень определен является контролирующим и осуществляет общее управление ситуаций. Выбор технических и программных продуктов осуществляется на основе требований отдельных процессов. Третий уровень как раз и представляет собой ЦОД.

Серверная инфраструктура является основным программно-аппаратным комплексом, мощности которого непосредственно используются приложениями. От эффективности вычислительных ресурсов прямо зависит скорость работы бизнес-приложений и как следствие скорость выполнения бизнес-процессов. Учитывая колоссальные объемы данных ИТС необходимо продумать механизмы консолидации ресурсов. Предлагается сделать это с помощью систем хранения. Консолидация ресурсов на базе систем хранения данных позволит решить следующие задачи:

1. Создание и модернизация существующих платформ хранения для расширения возможностей при внедрении новых технологий сбора данных о транспортных средствах и дорожной ситуации; обеспечение пассажиро-ориентированной организации работы транспортных предприятий.

2. Обеспечение службы управления пассажирским транспортом эффективной платформой хранения данных с точки зрения управления, масштабирования, операционных издержек, максимально длительных сроков эксплуатации.

3. Обеспечение гарантированной доступности и надежности хранения данных для приложений и пользователей вне зависимости от местоположения и способа доступа.

4. Обеспечение эффективной работы приложений с данными; получение своевременных результатов работы приложений для принятия прогнозирования различных дорожных ситуаций.

5. Минимизация показателей RPO (Recovery Point Objective) и RTO (Return Time Objective);

6. Исключение простоев систем сбора данных для формирования хранилищ данных о дорожной ситуации, снижение RPO/RTO – обеспечение минимального времени восстановления данных после сбоев систем.

7. Обеспечение централизации и контроля, обеспечение конфиденциальности данных, обеспечить соблюдение требований регуляторов по безопасности.

8. Обеспечение быстрого внедрения приложений в случае роста или реорганизации транспортных компаний, отсутствие издержек связанных с расширением.

9. Повышение мобильности сотрудников, оптимизация затраты на рабочие места.

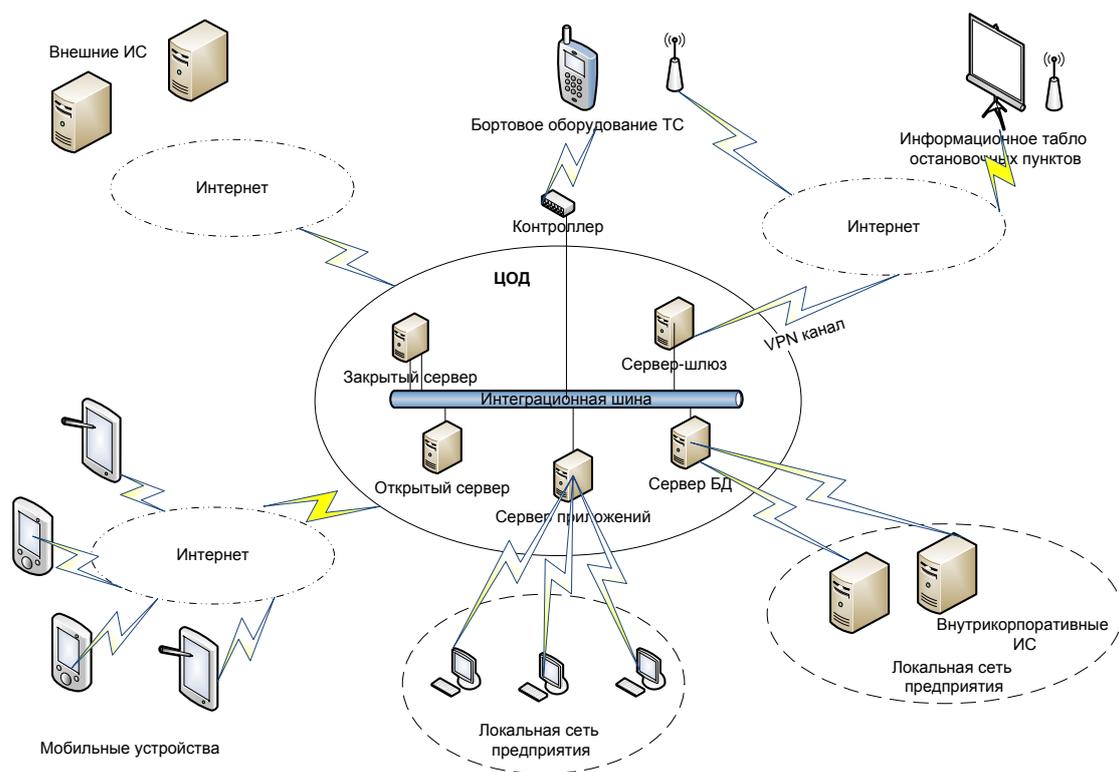


Рисунок 1 – Архитектура ЦОД ИТС

**Результаты.** Внедрение систем хранения данных обеспечит сбор данных и их хранение для последующей оптимизации работы с ними с помощью технологий оркестрации. Далее необходимо формировать единую платформу для автоматизации настройки и управления всем жизненным циклом разнообразных ресурсов центра обработки данных: сетевыми, серверными, ресурсами хранения. Единая система управления и оркестрации (ЕСУО) включает возможности программной интеграции с высокоуровневыми бизнес-приложениями и порталом самообслуживания.

Внедрение ЕСУО позволит сократить затраты на управление компонентами ЦОД ИТС, обеспечить гибкость инфраструктуры ЦОД по мере изменений требований к бизнес-процессам. ЕСУО позволит исключить ряд рутинных операций по консолидации инфраструктуры, уменьшить требования к компетенции именно технических специалистов по настройке многокомпонентных ЦОД и перейти на сервис-ориентированную архитектуру, о которой говорилось выше. ЕСУО также позволит прогнозировать время подготовки инфраструктуры для бизнес-проектов с целью точного планирования и расчета метрик по проектам, что особенно актуально для транспортной системы. Если говорить о конкретных технических решениях, то для организации ЕСУО можно использовать оборудование Cisco UCS Director [9]. Единая унифицированная система автоматизации с открытыми и стандартизованными API для управления всеми циклами процессов в центрах обработки данных, построенных как на оборудовании Cisco Systems, так и на оборудовании других производителей. Содержит в себе компоненты управления стоечными и блейд-серверами, системой виртуализации, включая отдельные виртуальные машины, сетевыми компонентами: традиционными и конвергентными. Система обладает возможностью безопасного разделения на виртуальные центры обработки данных, разделения любых физических и виртуальных компонент: приложения и клиенты, одно бизнес-подразделение от другого. Позволяет в реальном времени отслеживать загруженность выделенных ресурсов и динамически выделять недостающие. Если выбрана модель предоставления своих услуг как сервис, использование Cisco UCS Director позволит экологично интегрироваться с системой биллинга и в зависи-

мости от уровня использования ресурсов эффективно монетизировать предоставленные сервисы.

**Заключение.** Таким образом, в контексте организации единого центра обработки данных о дорожной ситуации необходимо рассматривать применение современных технологий обработки больших данных, а именно внедрение систем хранения данных единой системы управления и оркестрации, что позволит централизованно собирать и обрабатывать как структурированные, так и не структурированные данные. Все это даст возможность формирования хранилища данных для дальнейшего анализа и прогнозирования дорожных ситуаций и принципиального развития и реорганизации транспортной-дорожной системы города. Исследования проводятся в рамках проекта АР05133699 «Исследование и разработка инновационно-телекоммуникационных технологий с использованием современных кибер-технических средств для интеллектуальной транспортной системы города».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Миляр А. Умный и безопасный город. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jetinfo.ru/stati/umnyj-i-bezopasnyj-gorod>. (дата обращения: 21.05.2019).
2. Соммер А. Кибернетический оркестр. [Электронный ресурс]. URL: <https://haker.ru/2018/10/08/kubernetes-docker/> (дата обращения: 21.05.2019).
3. Docker: оркестрация. [Электронный ресурс]. URL: <https://ast.rocks/blog/docker-orchestration> (дата обращения: 21.05.2019).
4. Оркестровка (ИТ) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%BA%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0\\_\(%D0%98%D0%A2\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%BA%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0_(%D0%98%D0%A2)) (дата обращения: 22.05.2019).
5. Это уже явно не фантастика. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jetinfo.ru/stati/eto-uzhe-yavno-ne-fantastika> (дата обращения: 22.05.2019).
6. Сервис-ориентированная архитектура. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сервис-ориентированная\\_архитектура](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сервис-ориентированная_архитектура) (дата обращения: 22.05.2019).
7. Что такое оркестрация контейнеров [Электронный ресурс]. URL: <https://www.xelent.ru/blog/chto-takoe-orkestratsiya-konteynerov/> (дата обращения: 22.05.2019).
8. КИСУ ГППТ. [Электронный ресурс]. URL: [http://orgp.spb.ru/kisu\\_gppt/](http://orgp.spb.ru/kisu_gppt/) (дата обращения: 23.05.2019).
9. Интеллектуальные транспортные системы [Электронный ресурс]. URL: [https://studref.com/361389/tehnika/intellektualnye\\_transportnye\\_sistemy](https://studref.com/361389/tehnika/intellektualnye_transportnye_sistemy) (дата обращения: 23.05.2019).
10. Центры обработки данных Повышение масштабируемости, гибкости и безопасности бизнеса. [Электронный ресурс]. URL: [https://becsys.ru/uploads/files/solutions/technological-solutions/3/Business\\_Ecosystems\\_Data\\_Centers.pdf](https://becsys.ru/uploads/files/solutions/technological-solutions/3/Business_Ecosystems_Data_Centers.pdf) (дата обращения: 24.05.2019).

#### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ МНОГОМЕРНЫХ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРИВЫХ ЭНДРЮСА

*А. М. Ширькалов*

*(г. Томск, Томский политехнический университет)*

*e-mail: ams28@tpu.ru*

#### VISUALIZATION OF MULTIDIMENSIONAL DATA WITH ANDREWS CURVES

*A. M. Shirykalov*

*(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)*

**Abstract.** In a recent decades processing power of computer systems has had a significant surge. So now we are capable of processing that huge amount of data which has been collected by various information