

# ПРИНЦИПЫ ГИПЕРКОНВЕРГЕНТНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕРНЕТ-МОНИТОРИНГА

## PRINCIPLES OF HYPER-CONVERGENT IMPLEMENTATION OF INTERNET MONITORING

*I. Stepanovskaya*

*Summary.* The article proposes the concept of a hyper-convergent platform for cloud visual modelling and controlling of streaming big data Real-Time. The platform is focused on training and self-organization of multi-module web monitoring applications serving large-scale cyber-physical networks.

*Keywords:* real-time big data stream analytics, cyber-physical system, hyper-convergent structure, cloud technologies.

**Степановская Ираида Александровна**

*К.т.н., в.н.с., Институт проблем управления  
им. В.А. Трапезникова РАН (Москва)  
irstepan2016@yandex.ru*

*Аннотация.* В статье предлагается концепция гиперконвергентной платформы для облачного визуального моделирования и управления слиянием потоков больших данных в режиме реального времени. Платформа ориентирована на обучение и самоорганизацию многомодульных приложений веб-мониторинга, обслуживающих крупномасштабные киберфизические сети.

*Ключевые слова:* аналитика потока данных в реальном времени, киберфизическая система, гиперконвергентная структура, облачные технологии.

### Введение

Современный процесс цифровизации выводит технологии управления «ультра-масштабными системами» (ULSS) [1] на качественно новый уровень самоорганизации. Один из типовых принципов ее реализации представлен концепцией «умных» киберфизических систем (Cyber-Physical systems, CPS), функционирующих и развивающихся в режиме реального времени без участия человека. Сетевое многоуровневое конфигурирование киберфизических систем разного масштаба и прикладной ориентировании становится основным методом проектирования глобальной самоорганизации ULSS. Область внедрения CPS охватывает умное производство, умные сети и услуги, умные здания и инфраструктуры, умный транспорт и умное здравоохранение, умные города и т.п. Технология «умных» систем базируется на организации распределенных информационных центров [2], реализующих с помощью технологий Big Data процессы аккумуляции и сортировки сообщений от сотен тысяч (или миллионов) устройств, а также автоматической выдачи реакции на то или иное сообщение или группу сообщений.

Новые технологические возможности проектирования CPS открывают технологии потоковой обработки больших данных [3]. Наибольший интерес представляют облачные решения, предоставляющие шаблоны многоуровневой объектно- и контекстно-ориентированной настройки на приложения киберфизической самоорганизации ULSS [4].

Данная статья посвящена анализу перспективных направлений развития облачной потоковой обработки Big Data применительно к высокоэффективной поддержке методов моделирования, обучения и реализации крупномасштабной киберфизической самоорганизации. В работе предлагается концепция гиперконвергентного информационно-управляющего вычислителя нейродинамической архитектуры, ориентированного на приложения неотключаемого мониторинга и упреждающего контроллинга ED&RR (Early Detection and Rapid Resonse) крупномасштабной киберфизической самоорганизации, опирающейся на сквозные циклы облачных сервисов новейших технологий цифровой информатики и аналитики потоков Big Data. К ним относятся сервисы ситуационного моделирования методами погружения в виртуальную реальность, цифрового макетирования эффектов синергетического воздействия на сложно-структурированную ситуационную динамику, сервисы ситуационной осведомленности сетевых клиентов.

Актуальной предметной областью внедрения подобных разработок может служить программа Национальной технологической инициативы России [5]. Она включает проект нейросетевых коммуникаций (NeuroSet), способный поддержать развитие проектов интеллектуальной энергетики (EnergyNet), производства медицинских продуктов и услуг (HealthNet), сети беспилотных аппаратов (AeroNet), цифровой навигации по морским транспортным коридорам (MariNet), автономного автомобильного транспорта (AutoNet) и др.

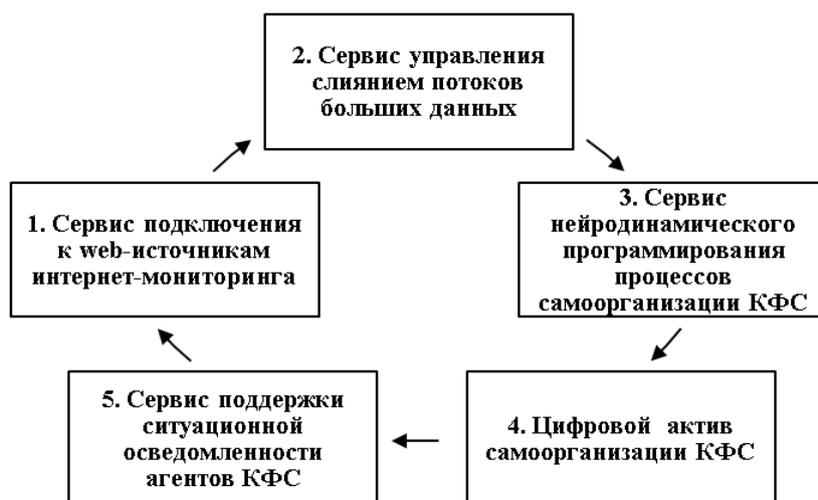


Рис. 1. Унифицированный цикл крупномасштабной самоорганизации киберфизических систем (КФС)

### 1. Концепция гиперконвергентной реализации облачной технологии киберфизической самоорганизации

Новизной киберфизической самоорганизации может быть признан переход на принцип погружения в виртуальную реальность, в рамках которого произвольная компонента становится объектом и субъектом неотключаемого интернет-мониторинга оборудования и его готовности к поддержке исполнительной активности объектов и субъектов на фоне неполной информированности о ситуационной динамике.

Здесь под интернет-мониторингом понимаются информационные ресурсы, создаваемые различными модификациями интернета «всего». К их числу относятся интернет вещей (IoT), боди-интернет, индустриальный интернет вещей (IIoT), всеобъемлющий интернет (Internet of Everything, IoE), «умное» производство, интернет нано-вещей (IoNT), интернет-сигнализаторы о природных явлениях и погодных условиях, интернет-регистраторы деловых операций, проводимых реальными и виртуальными физическими и юридическими объектами и другие. Независимо от предметной спецификации интернет «всего» поставляет временные ряды данных о контролируемых параметрах «вещей», оснащенных датчиками и сенсорами.

Пятиэтапный цикл обработки данных интернет-мониторинга, приведенный на рис. 1, представляет собой перспективный стандарт облачной платформы киберфизической самоорганизации.

Первый этап предназначен для управления контентом (Content Management System, CMS) интернет-мониторинга за счет выбора и подключения к web-источникам свободных потоков Big Data.

На втором этапе осуществляется слияние выбранных потоков Big Data, обеспечивающее контекстную настройку на мониторинг контролируемых киберфизических компонент ULSS в стиле ситуационного анализа, прогнозирования и целеполагания (СМПЦ). Представление результатов СМПЦ в виде аналитических сегментов прогноза «что», «почему», «когда», «как» и др., становится практическим инструментом добычи знаний, ориентированной на поиск и обоснование адекватных решений по управлению ситуациями (в стиле технологий Stream Processing и Streaming Analytics).

Третий этап предназначен для программирования стратегии нейродинамической реактивности в ответ на выявленные в ходе СМПЦ тренды, когерентности, риски, синергетические эффекты и др. (в стиле обучения Machine Learning). Машинное обучение является одним из центральных механизмов обеспечения обработки потоков данных интернет-мониторинга в реальном времени.

На четвертом этапе «обученная» система представляет собой «цифровой актив» контроллинга ED&RR, фактически управляющего процессом киберфизической самоорганизации реального времени (в стиле **Real-time Big Data Processing**).

Заключительный пятый этап поддерживает режим распространения информации о специфике текущей ситуации в стиле технологий ситуационной осведомленности

(Situational Awareness) объектов КФС, представляющих информацию в единой картографической системе координат с условными дополнительными сведениями тактического, навигационного, аналитического характера.

Таким образом в целом представленный сквозной цикл облачных сервисов реализует активно развиваемое в мире направление обработки потоков больших данных в реальном времени на основе обучения (Platform for Learning and Real-Time Processing Big Data Streams) [6–8].

Унификации и стандартизации процедуры развертывания облачной самоорганизации КФС способствует его реализация на конвергентных и гиперконвергентных вычислительных системах [9]. Как известно, архитектура указанных систем решает проблему облачного операционного управления всеми ресурсами, обеспечивая вычислительный процесс, включая хранение данных, вычисления, сетевые коммутации и др. Однако конвергентные системы поддерживают покомпонентное конфигурирование, требующее привлечения специалистов различной квалификации. Для устранения этого недостатка гиперконвергентная инфраструктура (HyperConvergent Infrastructure, HCI) развивает программный стиль облачного конфигурирования вычислительного процесса и сочетает его с облачным сервисом прикладных задач. Тем самым гиперконвергентные системы предоставляют адекватную платформу интеграции облачных разработок разных производителей в сквозную цифровую технологию обработки потоков Big Data, обеспечивая гибкую масштабируемость одновременно на прикладном и служебном операционном уровнях.

## 2. Принципы нейросетевого программирования процессов самоорганизации КФС

Классический принцип обучения нейронных сетей в контурах потоковой обработки сообщений предполагает разработку программного обеспечения, которое может фильтровать и идентифицировать шаблоны ситуаций, а также инициировать немедленные реактивные действия. В управлении ULSS обучение такого рода приобретает массовый низкоуровневый характер. В этом контексте характер управления ULSS. В этом контексте задача самоорганизации КФС в ULSS служит показательным примером новой постановки задачи высокоуровневого обучения.

Для решения этой задачи предлагается синергетический подход. Как известно, понятийный базис синергетики — науки о хаосе и самоорганизации, позволяет строить модели КФС в классе эволюционирующих мно-

гокомпонентных многосвязных систем (ЭММС), отличающаяся высокой чувствительностью и восприимчивостью внешним факторам воздействия. Самоорганизация ЭММС проявляется в виде распределенного рефлексивно развивающегося «возбуждения» компонент с фазовыми переходами и эволюционными этапами необратимой трансформации. Стандартом обучения КФС становится «умный» контроллинг ED&RR возбуждений в ЭММС, способный распознавать и оперативно поддерживать «точка роста» и блокировать риски роста и развития.

Предлагаемый в данном разделе облачный пакет нейродинамического моделирования самоорганизации КФС включает построитель типовых структурных образцов нейронных сетей, конфигуратор самообучаемых гомогенных и гетерогенных нейронных структур и генератор инфраструктуры данных для моделирования процессов погружения и обучения контроллингов свойств, связей и поведения высокоуровневых объектов виртуальной и дополненной реальности.

Нейродинамическое поведение ЭММС представляется в виде клеточного автомата нейронных компонент, каждая из которых рассматривается как источник влияния и одновременно как объект воздействия, подверженный влиянию компонент ЭММС. Программа самоорганизации нейронного клеточного автомата включает два развивающихся по времени и пространству процесса: «центробежную» активность формирования факторов влияния и «центростремительную» реактивность ЭММС. Такая нейродинамическая модель поведения ЭММС формально описывает рефлексивную динамику многокомпонентной возбужденной системы, инициируемую критическим профилем внешних факторов влияния на ЭММС. Исследование детальных характеристик рефлексии взаимовлияния и взаимовоздействия компонент ЭММС целесообразно строить по принципу добычи знаний, важных для СМПЦ и выбора стратегии контроллинга ED&RR. Основными этапами исследований рефлексии в ЭММС служат следующие:

1. классификация процессов рефлексии по фазам и этапам структурной и поведенческой трансформации ЭММС;
2. классификация потенциальных стратегий воздействия на рефлексии ЭММС (блокировка, катализация, регулирование сингулярной когерентности «центробежной» активности формирования факторов влияния и «центростремительную» реактивности ЭММС и др.);
3. классификация потенциальных воздействий на центробежные и центростремительные связи в процессах рефлексии ЭММС (удалить, продлить, укоротить) и на компоненты ЭММС (структурировать, сливать, дезинтегрировать) и др.;

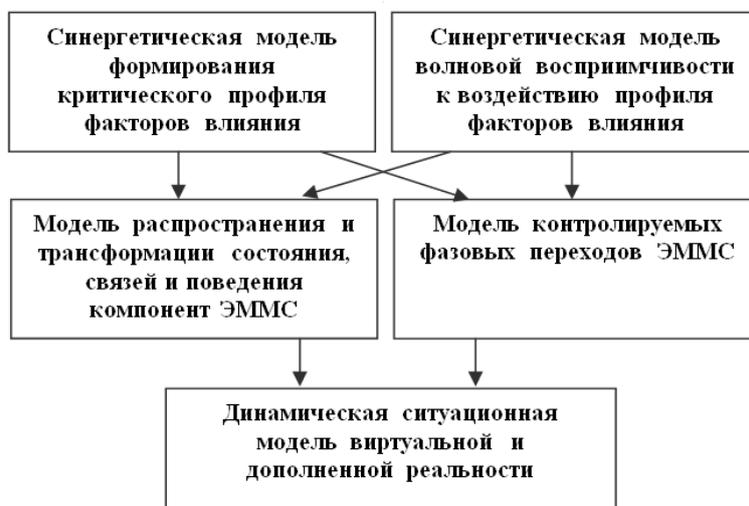


Рис. 2 Схема анимационного моделирования воздействия критического профиля факторов влияния методом «погружения» в виртуальную и дополненную реальность

4. семантическая разметка нейродинамической сети для реализации режима «цифрового погружения» в виртуальную реальность;
5. обучение нейродинамического контроллинга ED&RR, направленное на поддержку заданного образца сингулярной когерентности «центробежной» активности формирования факторов влияния и «центростремительную» реактивности ЭММС.

Важным этапом процесса обучения является эффективности разрабатываемых стратегий упреждающего контроллинга ED&RR и анализ ожидаемых последствий, в частности обнаружение на уровне моделей виртуальной реальности рисков несогласованности принимаемых комплексных решений.

Принципиальная схема формирования инфраструктуры данных для процессов анализа и обучения ЭММС представлена на рис. 2.

Схема предусматривает автоматическую генерацию, индексацию и нечеткую кластеризацию множества ситуаций, потенциально возникающих в ходе процесса многоэтапного воздействия факторов влияния. Примером автоматической нечеткой кластеризации ситуаций

по глубине и силе оказанного воздействия служит следующая: (1) начальная стадия развития профиля факторов влияния, (2) начальная фаза воздействия на ЭММС, (3) начальная фаза когерентности процессов влияния и воздействия, (4) рефлексивное взаимодействие возбужденных компонент ЭММС, (5) завершающая фаза воздействия. Очевидно, что синтезируемая информация составляет инфраструктуру знаний СМПЦ, существенно упрощающую подготовку и реализацию автоматических процедур программирования нейродинамического контроллинга ED&RR.

### Заключение

В соответствии с государственной политикой России в области науки и техники возрастает стратегическая роль облачной цифровой платформы нейросетевой синергетической самоорганизации на основе слияния и управления потоками больших данных интернет-мониторинга. Системный взгляд на решение этой проблемы позволил сформировать концепцию гиперконвергентного управляющего вычислителя, поддерживающего неотключаемый режим многоаспектной и многомасштабной киберфизической самоорганизации по разным онтологическим аспектам (объектам, субъектам и этапам жизненного цикла).

### ЛИТЕРАТУРА

1. ULSS. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-large-scale\\_systems](https://en.wikipedia.org/wiki/Ultra-large-scale_systems)
2. Куприяновский В.П., Намиот Д. Е., Сияглов С. А. Киберфизические системы как основа цифровой экономики. — International Journal of Open Information Technologies. — 2016. — vol. 4, no. 2. — p. 18–25.
3. Namiot D. On Big Data Stream Processing. — International Journal of Open Information Technologies. — 2015. — T. 3, № 8. — p. 48–51.

4. Смирнов А.В., Кашевник А. М., Михайлов С. А., Миронов М. Д. Многоуровневая самоорганизация ресурсов киберфизической системы: контекстно-ориентированный подход и реализация. — Искусственный интеллект и принятие решений. — 2015. — № 4. — с. 3–11.
5. Национальная технологическая инициатива [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nti2035.ru/>.
6. STREAMANALYTIX URL: <https://www.streamanalytix.com/>
7. Лаборатория Leaseweb URL: <https://www.leaseweb.com/labs/2014/09/streaming-analytics-affordable-real-time-big-data-system/>
8. Сайт ScienceSoft. Professional Software Development. URL: <https://www.scnsoft.com/blog/real-time-big-data-analytics-comprehensive-guide>
9. Соловьев В. М. Конвергентные и гиперконвергентные вычислительные системы. — Известия Саратовского университета. Новая серия. — Сер. Математика. Механика. Информатика. — 2018. — т. 18, вып.1. — с. 84–100.

---

© Степановская Ираида Александровна (irstepan2016@yandex.ru).  
Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова