

УДК 004.2:004.4

## ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММНО-ОПРЕДЕЛЯЕМЫХ СРЕД И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ

стр. 154 – 157

Александров В.В., Кулешов С.В., Юсупов Р.М.

Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербург

Контактные данные: Юсупов Р.М. e-mail: yusupov@iias.spb.su

**Резюме:** В статье предлагается подход к объединению различных видов программно-определяемых систем в технологию программно-определяемых сред. Рассматривается процесс софтверизации – превращения в программу всего, что может быть лишено физического воплощения. Предлагается подход к импортозамещению аппаратного обеспечения на основе развития программно-определяемых систем.

**Ключевые слова:** программно-определяемые системы, виртуализация, софтверизация, инфокоммуникация, импортозамещение.

## SOFTWARE-DEFINED ENVIRONMENTS TECHNOLOGY AND IMPORT SUBSTITUTION

pages 154 – 157

Alexandrov V.V., Kuleshov S.V., Yusupov R.M.

**Summary:** The paper proposes an approach combining different types of software-defined systems technology and software-defined environments. The paper considers the softwarization process – the transformation of all that can be deprived of its physical embodiment into software form. The approaches for realization of this process and its application to the import substitution of the hardware based on software defined systems development are considered.

**Keywords:** software-defined system, virtualization, softwarization, infocommunication, import substitution.

В последние десятилетия наблюдается интенсивное проникновение цифровых информационных технологий в повседневную жизнь. Информационные технологии по существу становятся технологиями общего назначения. Расширение области применения информационных технологий в обществе вызывает необходимость их включения в парадигму исследований практически всех отраслей науки.

Сфера информационных технологий переживает интересный этап своего развития, перестав ориентироваться на отдельные устройства и технологии, как это было на протяжении предшествующих 60 лет. Происходит смещение с физических способов работы с устройствами (device centric) к логическим методам работы с данными (data centric) [1].

Текущую ситуацию в области инфокоммуникации можно обозначить как «критическую и революционную»

[1]. Доминирующие на рынке закрытые (проприетарные) решения представляют собой «черные ящики», а их совместимость обеспечивается в лучшем случае на уровне интерфейсов. Коммуникационные системы становятся чересчур сложными, что затрудняет их масштабирование и управление ими, снижает их надежность. Очевидно, что это тормозит дальнейшее развитие функционирующих в них приложений. Основными предпосылками к появлению концепций «программно-определяемых» (или «программно-конфигурируемых») сред и технологий виртуализации являются, прежде всего, рост трафика данных, увеличение количества стандартов и интерфейсов, возрастающие требования к качеству предоставляемых сервисных возможностей, а также увеличение количества подключенных к инфокоммуникационной среде потребительских устройств (Интернет вещей, IoT) [2–6]. Кроме того, на фоне стремительного роста глобального объема

информации с каждым годом уменьшается значение отношения объема данных, хранимых в аналоговой форме, к количеству данных в цифровой форме (рис. 1) [7].

В настоящий момент существует целый набор программно-определяемых технологий: программно-определяемые сети (Software-Defined Network – SDN), программно-определяемые центры обработки данных (Software-Defined Data Center – SDDC), программно-определяемые системы хранения данных (Software-Defined Storage – SDS), программно-определяемый радиоканал (Software-Defined Radio – SDR). Все эти технологии имеет смысл рассматривать в виде единого направления программно-определяемых сред.

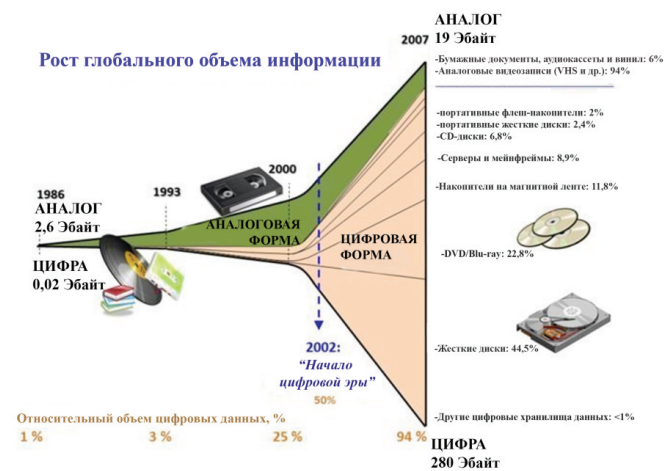


Рис. 1. Рост глобального объема информации

Приведенные выше технологии пока остаются «скрытыми» для большинства потребителей, являясь инструментами разработчика и интегратора. С другой стороны, имеется естественное следствие развития программно-определяемых технологий – софтверизация, под которой понимается превращение в программу всего, что может быть лишено физического воплощения [8–10].

Одним из векторов развития в рамках программно-определяемых систем является потребность в частичной софтверизации для замещения труднореализуемых аппаратных компонентов на программные функциональные аналоги, менее ресурсоемкие при своей разработке, но не уступающие по эффективности. Предлагаемая методология заключается в смещении акцентов разработки высокотехнологических аппаратных решений в область программной реализации требуемых функций. При этом получаемый результат оказывается доступнее по стоимости, чем их «железные» аналоги.

Такое смещение в сторону программируемых технологий в нашей стране оправдано еще и наличием огромного нереализованного потенциала в этой области в РФ [11].

Сегодня ситуация на рынке высоких технологий такова, что при наличии значительного потенциала в индустрии разработки программного обеспечения имеется отставание в технологиях производства элементной базы аппаратного обеспечения в сравнении с зарубежными

производителями. Это наиболее заметно в сегменте массового производства аппаратного обеспечения.

Программно-определяемые системы, зародившиеся как новый концептуальный и теоретический этап развития технических систем, обеспечивающий большую гибкость и инновационные свойства, недоступные ранее, имеют и другое полезное свойство.

Одним из общих свойств программно-определяемых систем является виртуализация ресурсов – изоляция физических устройств и процессов от логического представления ресурсов. То есть, виртуализация – это процесс представления набора физических ресурсов, или их логического объединения, который даёт какие-либо преимущества перед оригинальной конфигурацией.

Например, важная тенденция рынка интерактивной связи – повышение доступности соответствующих сервисов через экспансию относительно недорогих программных решений, которая идет в нескольких направлениях. Одно из них – это распространение разнообразных программных клиентов систем мгновенного обмена сообщениями (мессенджеров), в том числе для смартфонов и планшетов. Повышение производительности персональных компьютеров и мобильных устройств позволяет превратить их в полноценные видео-терминалы с поддержкой видео высокого разрешения [12].

В инфокоммуникационной сфере цифровые программно-определяемые системы способны осуществлять виртуализацию каналов доставки контента. В традиционных системах передачи данных использовались ориентированные на конкретный тип контента каналы, имеющие специализированное оконечное коммуникационное оборудование (телефон для передачи голоса, телеграф для передачи текстовых сообщений и т.п.), что наглядно показано на рис. 2.

Использование принципа софтверизации при доставке контента позволяет преобразовать передаваемые данные в унифицированную форму, которая может быть передана через инфокоммуникационную среду (рис. 3). Совокупность преобразователей (кодеков) из контентно-ориентированной формы (изображения, звук) в унифицированную (транспортно-ориентированную) и обратно, а также физической составляющей коммуникационной среды можно считать универсальными виртуальными каналами [13]. Функции оконечных (терминальных) абонентских устройств в этом случае выполняют универсальные мобильные устройства (компьютеры, смартфоны) – преобразование и отображение контента реализовано в них программно.

Использование программно-определяемых систем в области телекоммуникации позволяет в режиме реального времени изменять форматы передачи данных, диапазоны частот, типы модуляции, топологии сетей радиоустройств, что, в свою очередь, обеспечивает возможность динамически строить сети передачи данных из устройств общего назначения путем их временного реконфигури-

рования для передачи данных специального назначения между передатчиком и приемником, не находящимися в пределах радио-видимости. Перечисленные особенности позволяют говорить о появлении новой виртуальной сущности — программно-определяемого канала передачи данных [14].



Рис. 2. Процесс передачи данных в традиционной телекоммуникационной системе



Рис. 3. Цифровая инфокоммуникационная среда

Главным достоинством программно-определяемого канала передачи данных является возможность гибкой адаптации к радиообмену с различными унаследованными системами без модернизации оборудования, а также потенциально большое количество одновременно поддерживаемых протоколов локационных, навигационных и коммуникационных систем, что особенно актуально при использовании оборудования в различных географических зонах. Это также является предпосылкой к импортозамещению.

Дополнительным результатом является повышение эффективности использования радиоресурса и повыше-

ние электромагнитной совместимости путем использования незадействованной пропускной способности используемых в данный момент времени цифровых каналов между имеющимися устройствами общего назначения без введения новых передатчиков. Также это обеспечивает повышение надежности резервирования системы в целом.

Программно-определяемые каналы передачи данных позволяют экономить на инфраструктуре специализированных каналов (физической транспортной составляющей) путем программной реализации требуемых свойств, реализованных на базе имеющихся каналов, а также гибкого управления свойствами таких каналов.

Подобный подход проявляется и в более «серьезных» приложениях. Еще несколько лет назад в аэронавигации использовалась система радионавигации, состоящая из сети радиопередатчиков (VOR – всенаправленных азимутальных радиомаяков), размещенных равномерно по территории страны, и соответствующего бортового оборудования – антенны, навигационного приемника и указателей. В России подобная сеть так до конца и не сформировалась, но сама технология уже успела устареть морально и технологически. В результате она была вытеснена программными решениями, использующими данные GPS/ГЛОНАСС-приемников и имитирующими, в том числе, работу сети радиомаяков и курсоглиссанных систем. В результате удалось улучшить функционал, «экономив» на очень дорогостоящей инфраструктуре, но зачастую жертвуя надежностью.

Программно-определяемые среды, обладая неоспоримыми преимуществами, имеют и недостатки, проявляющиеся в возможном усложнении устройств и некотором снижении их надежности в областях техники, традиционно выполнявшейся на специализированной элементной базе (часто аналоговой).

Кроме того, программы, реализующие заданный функционал, все равно требуют наличия процессора – аппаратной платформы для их выполнения. Это в любом случае обуславливает необходимость собственных импортозамещающих разработок и производственных мощностей. Но эти мощности могут быть более эффективно ориентированы не на широкую номенклатуру специализированных устройств, а на универсальный процессор с высокой производительностью.

В любом случае, целенаправленное развитие программно-определяемых сред в форме разработки и внедрения программно-определяемых систем должно повысить долю отечественных решений на рынке специальной и потребительской техники и сыграть положительную роль в импортозамещении [8].

#### БИБЛИОГРАФИЯ:

1. Барсков А. Ethernet вширь и вглубь // Журнал сетевых решений/LAN. – 2013. – № 12.
2. Viterbi algorithm – [http://www.scholarpedia.org/article/Viterbi\\_algorithm](http://www.scholarpedia.org/article/Viterbi_algorithm)
3. Александров В.В., Горский Н.Д. Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход. Л., Наука, 1985
4. Александров В.В., Лачинов В.М., Поляков А.О. Рекурсивная алгоритмизация кривой, заполняющей много-

- мерный интервал // Известия АН СССР. «Техническая кибернетика». – 1978. – № 1. – С. 192–198.
5. **Александров В.В., Кулешов С.В., Цветков О.В.** Цифровая технология инфокоммуникации. Передача, хранение и семантический анализ текста, звука, видео. // СПб.: Наука. – 2008. – 244 с.
  6. **Володин А.Ю.** Digital Humanities (Цифровые гуманитарные науки): в поисках самоопределения // Вестник Пермского университета. История. – 2014. – Выпуск 3(26). – С. 5–12.
  7. Sociedad de la información // URL: [https://es.wikipedia.org/wiki/Sociedad\\_de\\_la\\_informaci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Sociedad_de_la_informaci%C3%B3n)
  8. **Кулешов С.В., Юсупов Р.М.** Софтверизация – путь к импортозамещению // Труды СПИИРАН. – 2016. – Вып. 46. – С. 5-13.
  9. **Лебедев А.А.** Софтверизация. URL: <http://www.artlebedev.ru/kovodstvo/sections/184/> (дата обращения: 30.05.2016).
  10. **Аннушкин С.Л.** Российские разработчики готовы замещать импортное оборудование // Роснаука // URL: <http://rosnauka.ru/publication/1300> (дата обращения: 30.05.2016).
  11. **Юсупов Р.М.** Роль информационных технологий в развитии экономики нового общества // Неделя науки Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2014. – № 1. – С. 26–33.
  12. **Барсков А.** ВКС уже не «остров» // «Журнал сетевых решений LAN», № 10, 2013 // URL: <http://www.osp.ru/lan/2013/10/13037888/> (дата обращения: 30.05.2016).
  13. **Кулешов С.В.** Гибридные кодеки и их применение в цифровых программируемых каналах передачи данных. // Информационно-измерительные и управляющие системы. – 2012. – Т.10. – №5. – С. 41-45
  14. **Alexandrov V.V., Kuleshov S.V. and Zaytseva A.A.** Active Data in Digital Software Defined Systems Based on SEMS Structures. // Logical Analysis of Data and Knowledge with Uncertainties in SEMS – A.E. Gorodetskiy (ed.), Smart Electromechanical Systems, Studies in Systems, Decision and Control 49, 2016, pp. 61-69.

**АВТОРЫ:**

1. **Александров Виктор Васильевич** – доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией автоматизации научных исследований Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН).  
**Alexandrov Victor Vasil'evich** – Doctor in Tech. Sc., Head of Laboratory of Research Automation SPIIRAS.  
e-mail: alexandrov@ias.spb.su
2. **Кулешов Сергей Викторович** – доктор технических наук, ведущий научный сотрудник, лаборатории автоматизации научных исследований Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН).  
**Kuleshov Sergey Victorovich** – Ph.D., Dr. Sci., leading researcher, laboratory of Research Automation of St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of Russian Academy of Sciences (SPIIRAS).  
e-mail: kuleshov@ias.spb.su
3. **Юсупов Рафаэль Мидхатович** – член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, директор Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН).  
**Yusupov Rafael Midkhatovich** – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Doctor of Sciences (Tech), Professor, Director SPIIRAS, Honored scientist of Russian Federation. e-mail: yusupov@ias.spb.su