

## С.В. КУЛЕШОВ, Р.М. ЮСУПОВ СОФТВЕРИЗАЦИЯ — ПУТЬ К ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЮ?

---

*Кулешов С.В., Юсупов Р.М. Софтверизация — путь к импортозамещению?*

**Аннотация.** В статье рассматривается процесс софтверизации — превращение в программу всего, что может быть лишено физической оболочки или физического воплощения. Рассматриваются подходы к реализации этого процесса. Предлагается подход к импортозамещению аппаратного обеспечения на основе развития программно-определяемых систем.

**Ключевые слова:** софтверизация, контент, программно-определяемая система.

*Kuleshov S.V., Yusupov R.M. Is Softwarization the Way to Import Substitution?*

**Abstract.** The paper discusses the phenomenon of softwarization — the transformation of everything that can be deprived of its physical embodiment into a software form. The approaches to realization of this process and its application to import substitution of hardware based on the software-defined systems development are considered.

**Keywords:** softwarization; content; software-defined system.

---

В последние десятилетия наблюдается интенсивное проникновение новых технологий в нашу жизнь. Расширение области применения новых информационных технологий в обществе вызывает необходимость их включения в парадигму исследований практически всех отраслей науки. Современная политическая и экономическая ситуация в нашей стране и в мире требует сокращения доли импортозамещающих технологий и изделий на отечественном рынке высокотехнологичных продуктов.

Обычно под компонентами импортозамещения понимаются аппаратное и программное обеспечение, а также инжиниринг [1]. Кроме этого импортозамещение охватывает и другие составляющие жизненного цикла изделия: поддержка, сопровождение, внедрение, обучение персонала. К сожалению, у большинства отечественных предприятий уже выстроены системы, работающие на импортных компонентах и программных платформах, и внести в них что-то отечественное очень сложно.

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.

Альтернативным путем к импортозамещению при сложившемся отставании российской элементной базы от передовых западных производителей становится глобальная софтверизация.

Под софтверизацией (от англ. software — программное обеспечение) понимается превращение в программу всего, что может быть лишено физической оболочки или физического воплощения [2]. Наряду с компьютеризацией этот процесс находит применение во все новых и новых областях [3]. Одним из векторов развития в рамках софтверизации является замещение 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, который подтверждается ставшими регулярными победами представителей Санкт-Петербурга на чемпионатах мира по программированию среди студентов. Но в то же время Россия продолжает импортировать дорогостоящие производственные линии и технологии производства микроэлектроники [4].

Явление софтверизации уже широко распространено во многих сферах деятельности. Ярким примером процесса софтверизации служит эволюция устройства iPod: изначально его корпус оснащался крутящимся колесом, затем оно стало нарисованным — движущиеся части исчезли, а звук вращения имитировался из динамика; потом осталась только метафора колеса и наконец устройство превратилось в иконку iPod (в новых моделях iPhone это программа «Музыка») [2].

В социальной сфере софтверизация проявляется через осуществление привычных действий путем взаимодействия с приложением или онлайн-сервисом на телефоне, планшете, компьютере. Например, отправка бумажного письма заменилась сообщением в электронной почте или SMS, а покупка компакт-диска с музыкой — получением доступа к музыкальному альбому через iTunes. Некоторые обиходные предметы также были заменены программами и приложениями — у многих исчезли калькуляторы, часы, плееры как отдельные устройства — они все стали приложениями на смартфоне.

Люди все чаще сталкиваются с плодами софтверизации, часто даже не осознавая этого. Чтобы купить билет в театр или на поезд уже не нужно ехать в билетную кассу и менять там бумажные деньги на бумажные билеты. Достаточно несколько нажатий на сайте онлайн-продажи билетов, и ваши электронные деньги становятся вашим электронным билетом. Теперь вместо предъявления бумажного билета

контролеру, достаточно поднести QR-код, синтезируемый на экране смартфона, к турникету и пройти. В технологическом плане произошло уменьшение суммы на вашем банковском счете, увеличение суммы на счете компании, продавшей билет, а также резервирование за Вами места. Для человека такой переход — это всего лишь исключение «лишних» этапов на пути достижения требуемой цели: посещения театра или поездки на транспорте.

Важная тенденция рынка интерактивной связи — повышение доступности соответствующих сервисов через экспансию относительно недорогих программных решений, которая идет в нескольких направлениях. Одно из них — распространение разнообразных программных клиентов видео-конференц-связи, в том числе для смартфонов и планшетов. Повышение производительности персональных компьютеров и мобильных устройств позволяет превратить их в полноценные видеотерминалы с поддержкой видео высокого разрешения [5].

В технических системах софтверизация как явление проявляется в форме программно-определяемых систем. На сегодняшний момент известен целый ряд программно-определяемых технологий: программно-определяемое радио, программно-определяемые центры обработки данных, программно-определяемые системы хранения данных, программно-определяемое производство и т.д.

В телекоммуникационной сфере софтверизацию можно осуществить путем виртуализации каналов доставки контента. В традиционных каналах 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 рисунке 1.

Использование принципа софтверизации при доставке контента позволяет преобразовать передаваемые данные в универсальную форму, которая может быть передана через универсальную инфокоммуникационную среду (рисунок 2). Совокупность преобразователей из контентно-ориентированной формы (изображения, звук) в универсальную (транспортно-ориентированную) и обратно, а также физической составляющей коммуникационной среды можно считать универсальными виртуальными каналами [6]. Функции оконечных (терминальных) абонентских устройств в этом случае выполняют универсальные мобильные устройства (компьютеры, смартфоны) — преобразование и отображение контента реализовано в них программно.



Рис. 1. Процесс передачи данных в традиционной телекоммуникационной системе



Рис. 2. Универсальная инфокоммуникационная среда

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 воз-

возможность динамически строить сети передачи данных из устройств общего назначения путем их временного реконфигурирования 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 [7].

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.

Дополнительным результатом является повышение эффективности использования радиоресурса и повышение 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 курсоглиссадных систем. В результате удалось улучшить функционал, «экономив» на очень дорогостоящей инфраструктуре, но зачастую жертвуя надежностью.

Дальнейшее развитие софтверизации может охватить область материального производства путем применения аддитивных технологий и 3D-принтеров. При этом модель и вся технология производства материального объекта загружается в виде программы в 3D-принтер и распечатывается при необходимости, а не приобретает как готовое

изделие. В принципе, такой подход решает не только проблемы с ограниченностью производственных мощностей и их технологическими недостатками, но и проблемы логистики и последующего обслуживания, так как готовое изделие (или его составные части производятся прямо на месте их потребления).

Обратной стороной медали софтверизации является возможное усложнение устройств и некоторое снижение их надежности в некоторых 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 софтверизации 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.

### Литература

1. *Аннушкин С.Л.* Российские разработчики готовы замещать импортное оборудование // Роснаука. URL: <http://rosnauka.ru/publication/1300> (дата обращения: 30.05.2016).
2. *Лебедев А.А.* Софтверизация. URL: <http://www.artlebedev.ru/kovodstvo/sections/184/> (дата обращения: 30.05.2016).
3. *Saariketo M.* Imagining Alternative Agency in Techno-Society: Outlining the Basis of Critical Technology Education (EN) // Media Practice and Everyday Agency in Europe. 2014. pp. 129–138.
4. Юсупов Р.М. Роль информационных технологий в развитии экономики нового общества // Труды международного форума «Неделя науки Санкт-Петербургского государственного политехнического университета». 2014. № 1. С. 26–33.
5. *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).
6. *Кулешов С.В.* Гибридные коды и их применение в цифровых программируемых каналах передачи данных // Информационно-измерительные и управляющие системы. 2012. Вып. 10. № 5. С. 41–45
7. *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. 2016. pp. 61–69

### References

1. Annushkin S.L. *Rossijskie razrabotchiki gotovy zameshat' importnoe oborudovanie* [Russian developers are ready to replace imported equipment]. Rosnauka. Available at: <http://rosnauka.ru/publication/1300> (accessed: 30.05.2016). (In Russ.).

2. Lebedev A.A. *Softverizacija* [Softwarization]. Available at: <http://www.artlebedev.ru/kovodstvo/sections/184/> (accessed: 30.05.2016). (In Russ.).
3. Saariketo M. Imagining Alternative Agency in Techno-Society: Outlining the Basis of Critical Technology Education (EN). *Media Practice and Everyday Agency in Europe*. 2014. pp 129–138.
4. Yusupov R.M. [The role of information technology in the economic development of the new society]. *Trudy mezhdunarodnogo foruma «Nedelja nauki Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politehnicheskogo universiteta»* [Proceedings of Week of Science, St. Petersburg State Polytechnic University]. 2014. no. 1. pp. 26–33. (In Russ.).
5. Barskov A. [Videoconferencing is no longer an "island"]. *Zhurnal setevyh reshenij LAN – Journal of network LAN solutions*. vol.10. 2013. Available at: <http://www.osp.ru/lan/2013/10/13037888/> (accessed: 05.30.2016). (In Russ.).
6. Kuleshov S.V. [Hybrid codecs and their use in programmable digital data transmission channels]. *Informacionno-izmeritel'nye i upravljajushhie sistemy – Information-measuring and operating systems*. 2012. vol. 10. no. 5. pp. 41–45 (In Russ.).
7. 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*. 2016. pp. 61–69.

**Кулешов Сергей Викторович** — д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник, лаборатория автоматизации научных исследований Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН). Область научных интересов: инфологические информационные системы, инфокоммуникационные системы, гибридные кодеки, обработка потоков видеоданных. Число научных публикаций — 70. [kuleshov@iias.spb.su](mailto:kuleshov@iias.spb.su); 14 линия В.О., д. 39, Санкт-Петербург, 199178; р.т.: +7 812 3235139.

**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). Research interests: infology information systems, infocommunication systems, hybrid codecs, video data streams processing. The number of publications — 70. [kuleshov@iias.spb.su](mailto:kuleshov@iias.spb.su); 14-th Line V.O., 39, St. Petersburg, 199178, Russia; office phone: +7 812 3235139.

**Юсупов Рафаэль Мидхатович** — д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки и техники РФ, директор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук (СПИИРАН), президент, НП Национальное общество имитационного моделирования («НОИМ»). Область научных интересов: теория управления, информатика, теоретические основы информатизации и информационного общества, информационная безопасность. Число научных публикаций — 390. [spiran@iias.spb.su](mailto:spiran@iias.spb.su); 14 линия, 39, Санкт-Петербург, 199178; р.т.: +7-812-328-3311.

**Yusupov Rafael Midhatovich** — Dr. Sci., professor, Corr. Member of RAS, director, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation of the Russian Academy of Sciences (SPIIRAS), president of NP National Simulation Society («NSS»). Research interests: control theory, informatics, theoretic basics of informatization and information society, information security. The number of publications — 390. [spiran@iias.spb.su](mailto:spiran@iias.spb.su); 39, 14-th Line, St. Petersburg, 199178, Russia; office phone: +7-812-328-3311.

**Поддержка исследований.** Работа выполнена при частичной поддержке бюджетной темы №0073-2014-0005.

**Acknowledgements.** This work was supported by №0073-2014-0005.

## РЕФЕРАТ

### *Кулешов С.В., Юсупов Р.М.* **Софтверизация — путь к импортозамещению?**

Современная политическая и экономическая ситуация в нашей стране и в мире требует сокращения доли импортосодержащих технологий и изделий на отечественном рынке высокотехнологичных продуктов. 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. Особенно явно это проявляется в области универсального (пользовательского сегмента) аппаратного обеспечения. Альтернативным путем к импортозамещению при сложившемся отставании российской элементной базы от передовых западных производителей становится глобальная софтверизация. Под софтверизацией понимается превращение в программу всего, что может быть лишено физической оболочки или физического воплощения. В технических системах софтверизация как явление проявляется в форме программно-определяемых систем. Использование принципа софтверизации при доставке контента позволяет преобразовать передаваемые данные в универсальную форму, которая может быть передана по универсальной инфокоммуникационной среде. 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. Целенаправленное развитие софтверизации 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.

## SUMMARY

### *Kuleshov S.V., Yusupov R.M.* **Is Softwarization the Way to Import Substitution?**

The current political and economic situation in our country and in the world is demanding minimization of the share of imported technology and products on domestic hi-tech market which is currently has significant potential in the software development field and a significant gap in the hardware element base as compared to foreign manufacturers. As an alternative approach to import substitution under the conditions of the technology gap, global softwarization can be proposed. The process of softwarization is the transformation of everything that can be deprived of its physical embodiment into a software form.

In technical systems, softwarization as a phenomenon manifests in the form of software-defined systems. The use of the softwarization principle in content delivery allows for transformation of transmitted data into the universal form, which can be further delivered through universal infocommunication media.

The software-defined data transmission channels allow economizing on the infrastructure of specialized channels (physical transport components) by software realization of the required features on the basis of existing channels infrastructure, which further permits flexible control of such channels capabilities. The targeted development of softwarization in the form of creation and application of software-defined systems will increase the share of native products on the market of special and consumer technology and will have positive influence on import substitution.