

Визуализация информационного обмена в условиях концепции Industry 4.0

М.Ю. Волщук (СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича), Ю.Н. Волщук (ООО «Парадокс»), К.Е. Израилов (СПбГУТ им. проф. М.А. Бонч-Бруевича), А.В. Романенко (ЗАО «Консом СКС»)

Рассматривается цифровизация технологий и услуг в рамках концепции Industry 4.0 с позиции информационного взаимодействия элементов создаваемых систем. Приводится хронология развития сетевых уровней модели OSI. Обосновывается актуальность разработки графического средства для визуализации взаимодействия элементов системы. Представлены функциональные возможности графического редактора «Симбиоз Векторной Графики».

Ключевые слова: информационная система, сетевая модель OSI, модуль графическое представление, тестирование, проектирование, цифровизация, визуализация, интеграция.

Введение

Развитие информационных технологий на современном этапе характеризуется большим числом распределенных, взаимодействующих между собой разнородных информационных систем [1]. Последние становятся функционально сложнее и архитектурно разветвленнее, а также зависимыми от доступности локальных и глобальных сетевых ресурсов и приложений. Обмен данными в распределенной сетевой инфраструктуре и предоставление услуг потребителям является одним из важнейших требований мира информационных технологий [2]. На первый план при проектировании информационных систем в большой степени выходят функции, направленные на визуализацию информационного взаимодействия на всех стадиях жизненного цикла системы. С целью непрерывной оценки качества информационного взаимодействия целесообразным представляется использование средств визуализации процессов информационного обмена на каждом из этапов создания системы. Предпосылки к решению поставленной задачи, а также возможные пути ее реализации рассмотрены в статье.

Информационное взаимодействие в базисе модели OSI

Информационная система подобна живому организму, который функционирует только при взаимосвязанной работе всех его органов. Соответственно с развитием большого числа разнообразных систем, сервисов и технологий возникает необходимость их интеграции и совместного использования. Таким образом, целесообразно рассматривать систему не просто как единый объект, а в виде ландшафта или экосистемы, которая существует во взаимосвязи цифровых элементов. В связи с этим на первый план выходят требования на-

дежного и непрерывного информационного взаимодействия, которые рассматриваются согласно эталонной сетевой модели взаимодействия открытых систем (Open Systems Interconnection, далее — модель OSI) на каждом из ее уровней. Выполнение требований по взаимодействию затрагивает не каждый по отдельности уровень модели OSI, а пронизывает все уровни модели в цепочке от поставщика до потребителя услуг (а также в обратном направлении) в режиме реального времени обмена данными.

Проведем оценку сквозного информационного взаимодействия на каждом из семи уровней модели OSI (в порядке уменьшения их абстракции) с целью непрерывного мониторинга обмена данными путем анализа существующих технологий.

Уровень 7 (прикладной) модели OSI. Основная динамика формирования прикладного уровня пришлась на середину 1990-х гг. XX века. Развитие модели этого уровня не останавливается и сегодня, обеспечивая возможность создания сложных, взаимопроникающих систем (рис. 1).

В настоящее время цифровизация товаров и услуг, совместимых с инструментами аналитики данных, а также создание новых цифровых продуктов,

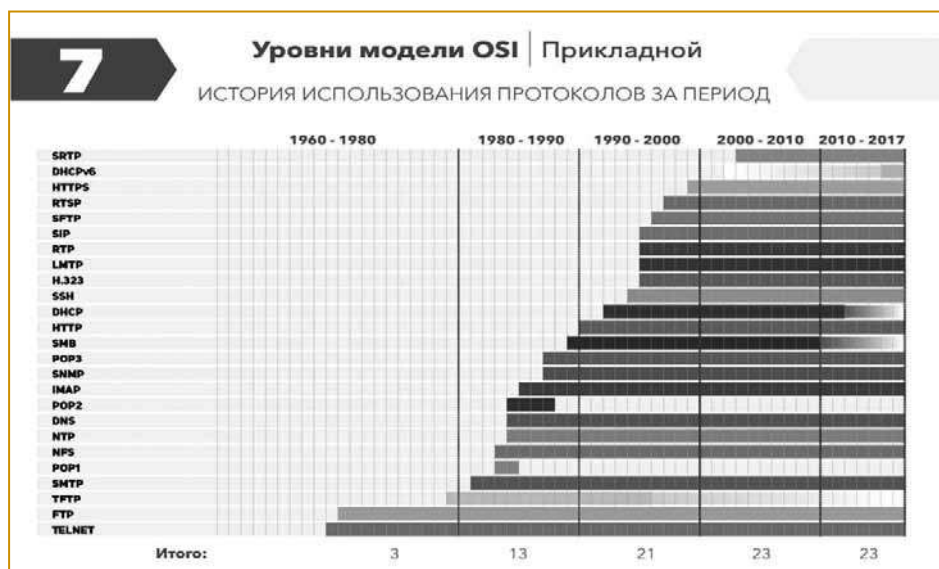


Рис. 1. История использования протоколов. Седьмой уровень модели OSI (прикладной)

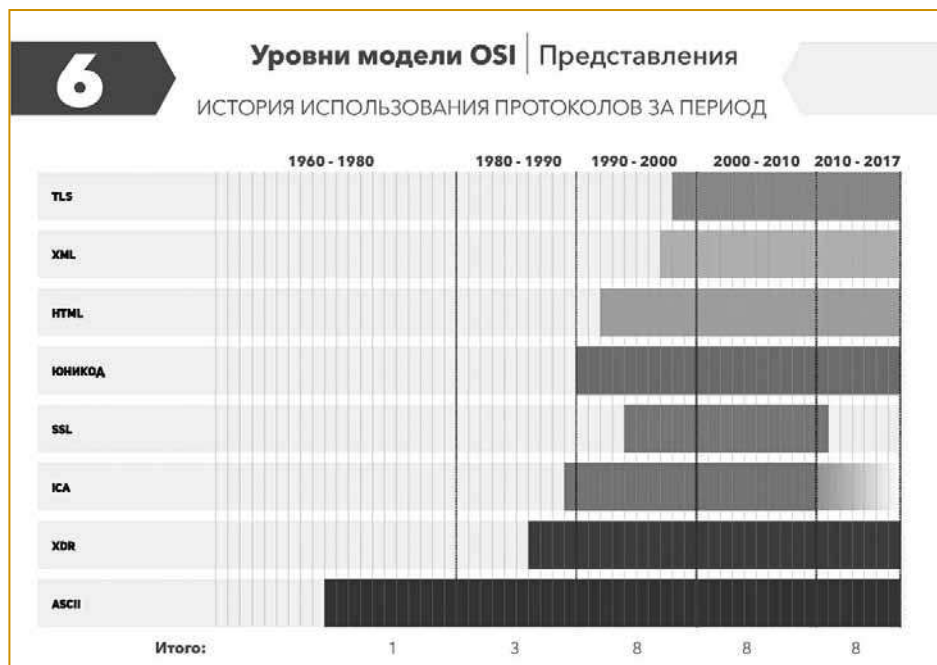


Рис. 2. История использования протоколов. Шестой уровень модели OSI (представительский)

предназначенных для предоставления комплексных решений, привело к ситуации, когда каждое приложение рассматривается как кусочек цифровой экосистемы, где каждый элемент взаимодействует друг с другом (<http://www.pwc.com/industry40>).

Уровень 6 (представительский) модели OSI. Развитие представительского уровня пришлось на конец 1990-х гг. XX века. При этом в последнее время существенных изменений на уровне не происходило (рис. 2).

данных. Использование же при этом соответствующих алгоритмов шифрования значительно повышает безопасность их передачи. Тем не менее, возможное наличие уязвимостей в программном коде реализации алгоритмов не позволяет добиться состояния 100% информационной безопасности [3]. С этой позиции каких-либо существенных сдвигов в разрешении данной проблемы за годы развития протокола достигнуто не было. Методы же встраивания

гомоморфного шифрования (позволяющего производить действия над данными без их дешифрования) пока еще не достигли необходимого уровня развития.

Уровень 5 (сеансовый) модели OSI. Развитие сеансового уровня пришлось на конец 1980-х начало 1990-х гг. На сегодняшний день существенных изменений на уровне не происходит (рис. 3).

При этом уровень имеет перспективы развития в части использования Web-технологий, а также высокопроизводительных вычислений во внешней сети Internet.

На сегодняшний день переход от локальных информационных систем к глобальным стал возможен только в связи с кардинальными тех-

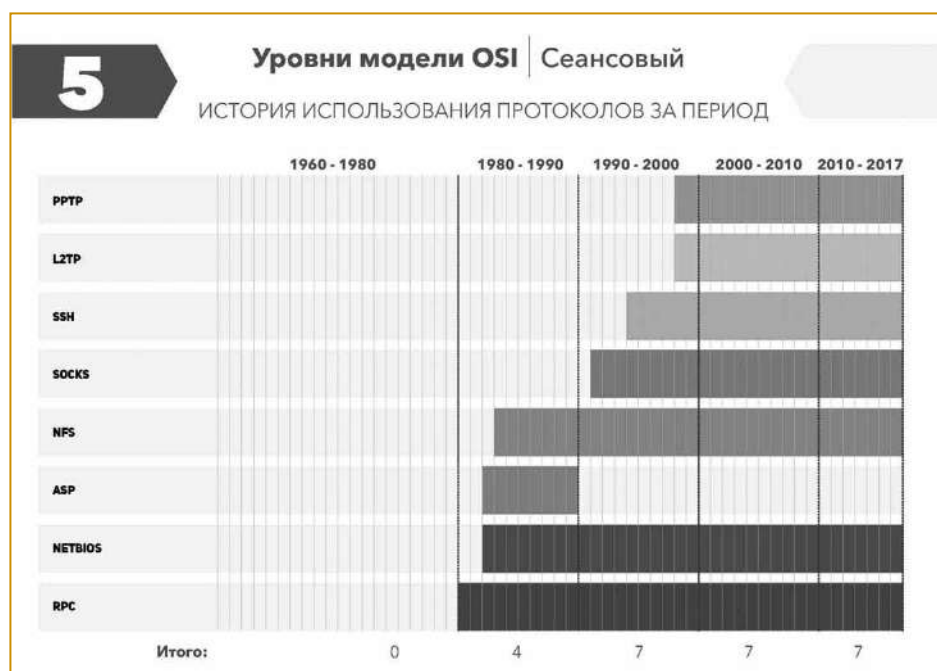


Рис. 3. История использования протоколов. Пятый уровень модели OSI (сеансовый)

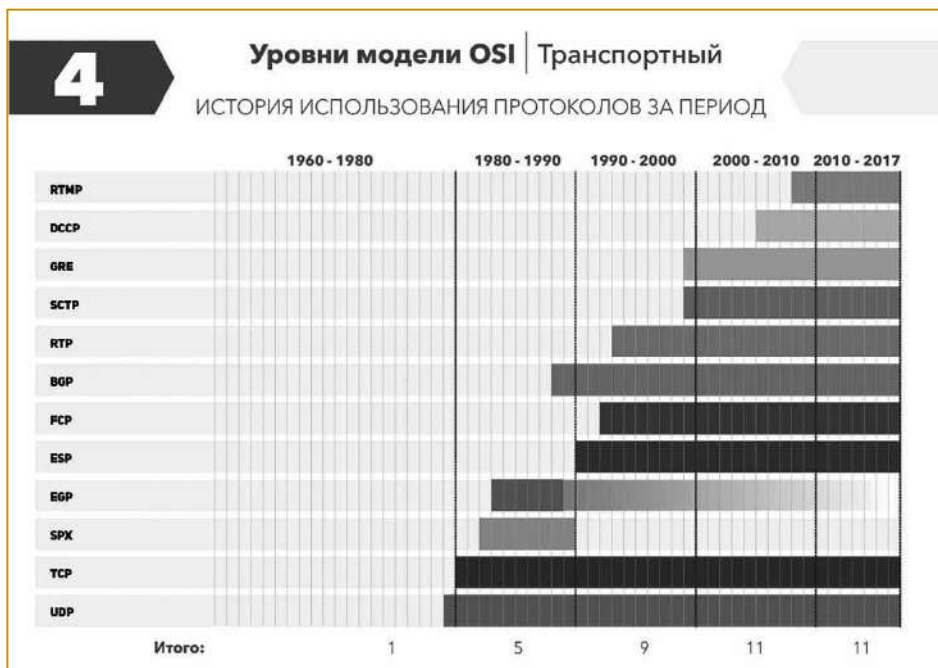


Рис. 4. История использования протоколов. Четвертый уровень модели OSI (транспортный)

нологическими изменениями. Ключевыми из них являются следующие преобразования: интеллектуальный анализ больших массивов данных, облачные вычисления, Internet вещей, 3D печать, «интеллектуальные» датчики, геолокация, дополненная реальность, портативные гаджеты, усовершенствованные интерфейсы взаимодействия между человеком и компьютером и т. д. Следовательно, уровень должен учитывать специфику внедрения и использования упомянутых технологий при разработке и проектирование информационных систем.

пула протоколов (TCP, UDP, SCTP, RTP) на данном уровне доказывает их эффективность.

В то же время появление и использование новых методов сбора и анализа данных приводит к необходимости непрерывного, интерактивного контроля над транспортом данных с целью гарантированной доставки последних от источника к приемнику и обратно (<http://www.pwc.com/industry40>).

Мониторинг данных процессов позволяет получать данные о функционировании прикладного продукта на всех уровнях обслуживания данных, а корректность и достоверность полученной информации позволяет дорабатывать эти продукты в соответствии с новыми требованиями конечных пользователей.

Уровень 3 (сетевой) модели OSI. Развитие сетевого уровня пришлось на конец 1990-х гг. и планомерно осуществляется по сегодняшний день.

Расширение спектра предоставляемых услуг и реализация революционных цифровых решений, включая формирование различных платформ предоставления услуг, оказали влияние на трансформацию модели OSI данного уровня. Возрастающая потребность

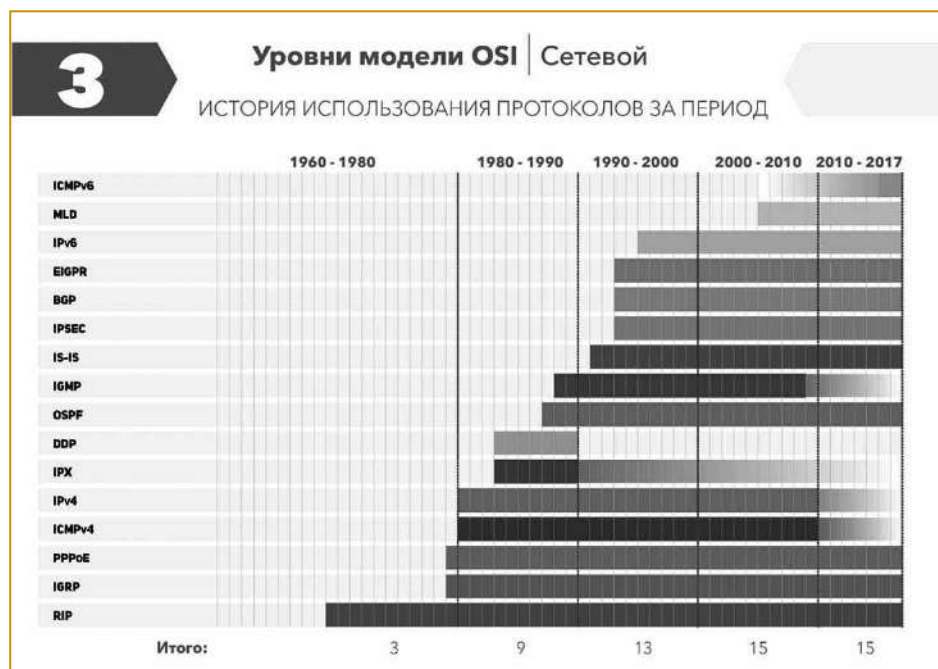


Рис. 5. История использования протоколов. Третий уровень модели OSI (сетевой)



Рис. 6. История использования протоколов. Второй уровень модели OSI (канальный)

создания все более глобальных, распределенных и при этом свободно взаимодействующих систем требует усиления внимания на безопасность процесса обмена данными [3]. Процессы ввиду своей сложности, разнородности, взаимодействия со смежными системами и функционирования в гетерогенной среде становятся «живыми» [4].

Определение маршрутов передачи данных и адресация остаются по-прежнему первостепенными задачами, но уже не в рамках локальной системы, а в рамках глобальной. Появление протокола IPv6, ICMPv6 является фактором «роста» данного уровня, показывая масштабирование сетевой инфраструкту-

формирует необходимость развития технологий передачи больших объемов данных. Особенно это заметно на динамике развития протокола Ethernet и появления протокола VLAN.

Уровень 1 (физический) модели OSI. Развитие физического уровня пришлось на начало 2000-х гг. XXI века и планомерно продолжается сегодня (рис. 7).

На данном уровне становятся актуальны вопросы развития среды оптического доступа, а также наблюдается широкое использование беспроводной среды. Динамика использования уровня повлияла в первую очередь на расширение спектра предоставляемых услуг, предлагая новые цифровые решения. В связи с этим новые цифровые товары и услуги, предназначенные для обслуживания клиентов путем предоставления им комплексных решений в обособленной цифровой экосистеме, требуют повышения требований и развития среды предоставления доступа. Данный уровень стал одним из ключевых факторов глобализации информационных систем в современном мире информационных технологий.

Динамика использования уровня повлияла в первую очередь на расширение спектра предоставляемых услуг, предлагая новые цифровые решения. В связи с этим новые цифровые товары и услуги, предназначенные для обслуживания клиентов путем предоставления им комплексных решений в обособленной цифровой экосистеме, требуют повышения требований и развития среды предоставления доступа. Данный уровень стал одним из ключевых факторов глобализации информационных систем в современном мире информационных технологий.

Ретроспектива протоколов модели OSI

Важным показателем изменений в развитии сетевой

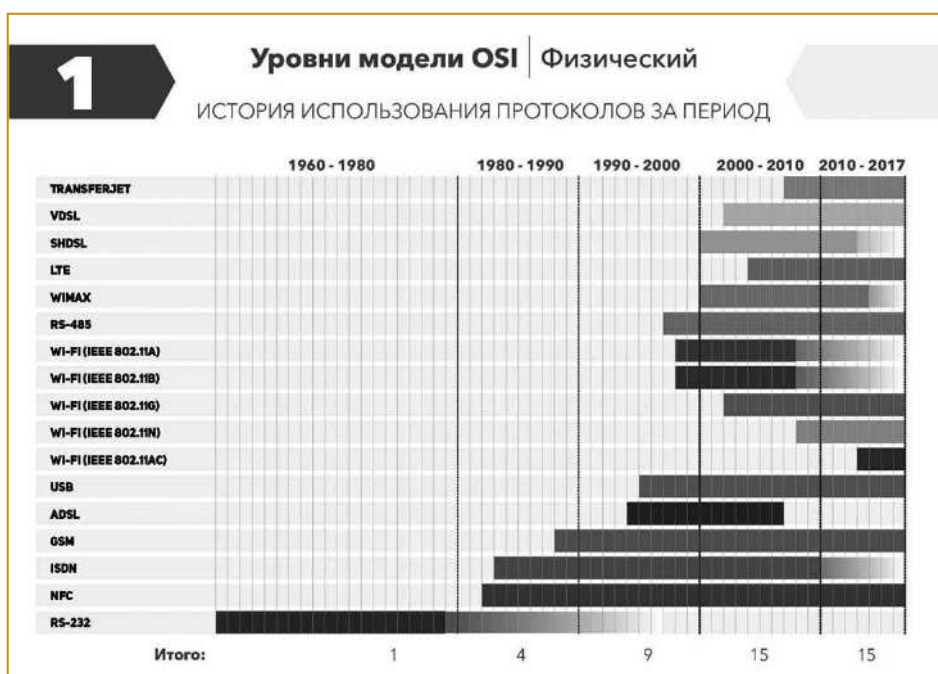


Рис. 7. История использования протоколов. Первый уровень модели OSI (физический)

Таблица. Ретроспектива протоколов для уровней модели OSI

| Уровни модели OSI | | Период времени, г. | | Изменение | |
|-------------------|-------------------|--------------------|-------------|-----------|-----|
| № | Название | 1960 – 1990 | 1990 – 2017 | «–» | «+» |
| 7 | Прикладной | 13 | 23 | 3 | 12 |
| 6 | Представительский | 3 | 8 | 0 | 5 |
| 5 | Сеансовый | 4 | 7 | 1 | 4 |
| 4 | Транспортный | 5 | 11 | 1 | 7 |
| 3 | Сетевой | 9 | 15 | 1 | 7 |
| 2 | Канальный | 12 | 19 | 1 | 8 |
| 1 | Физический | 4 | 15 | 0 | 13 |

модели OSI является динамика прироста технологий и протоколов на каждом уровне модели. Ретроспектива развития протоколов модели OSI, разделенная на два характерных периода: с 1960 по 1990 гг. и с 1990 по 2017 гг., представлена в таблице.

Анализ ретроспективы выявил следующие особенности: с 1990 по 2017 гг. интенсивно развивался прикладной уровень модели OSI — добавилось 12 протоколов, а три протокола сошли со сцены; представительский и физический уровни только расширялись — добавилось пять протоколов на первом и 13 на втором уровнях. Это позволяет сделать следующие выводы.

Во-первых, появилась критическая зависимость прикладных функций от работы сетевой инфраструктуры. Если в локальных системах данные хранились в локальной базе данных, то на сегодняшний день системы глобальны. Таким образом, если данные не были получены из внешней информационной системы, то их неоткуда получить и нечего передавать в другие внешние информационные системы, участвующие в информационном обмене [2]. Соответственно прикладные приложения стали критически зависеть от инфраструктуры в непрерывном режиме, а именно: время отклика на каждом уровне соотносится со временем реакции физического объекта на физическом уровне.

Во-вторых, глобализация и критическая зависимость прикладных приложений от инфраструктуры привела к необходимости мониторинга последней в непрерывном режиме и непрерывного контроля качества ее функционирования.

В-третьих, разработка новых и внесение изменений в существующие информационные системы и системы автоматизации требует изменения подхода к их тестированию. Соответственно, появилась необходимость проверки каналов связи и проверки функционирования информационных систем на каждом уровне модели OSI еще на стадии тестирования процессов интеграции информационных систем.

Таким образом, одной из актуальных задач при построении систем, функционирующих в гетерогенной среде (что имеет особое значение в концепции Industry 4.0), является мониторинг коммуникационной инфраструктуры, что необходимо как для разработки информационных систем, так и для их отладки.

Цифровизация производственных процессов в промышленности способствовала развитию сетевых стандартов, что является вполне закономерным. Так, для коммуникации производственных процессов предлагается использовать спецификацию OPC UA, определяющую обмен данными между устройствами в промышленных сетях [5]. Протокол OPC UA имеет множество преимуществ перед классическими; в частности, он позволяет передавать не просто бинарные данные, а связанную с ними семантику значений, что ведет к большей информативности при обмене данными. Сегодня также создаются решения на базе OPC UA с применением стандарта TSN, особенностью которого является передача данных в реальном времени (что актуально при управлении цифровым промышленным производством) [6]. Однако применение даже таких современных и высокотехнологичных решений не избавляет промышленные сети от необходимости визуального мониторинга процессов информационного взаимодействия.

Существующие решения по визуализации

Рассмотрим наиболее известные существующие решения, применимые в интересах сформулированной задачи мониторинга.

Редактор графических изображений GredEdit является средством, предназначенным для проектирования и редактирования мнемосхем, а также для подготовки таблиц, экранных форм и графиков. Данный редактор поддерживает технологию внедрения объектов MS Windows — Object Linking and Embedding, возможность импорта и экспорта файлов, технологию Drag&Drop. Экранные формы, созданные в среде редактора, хранятся в файлах с расширением *.drw.

Графический редактор Creator входит в состав системы диспетчерского управления и сбора данных «Сириус» и представляет собой универсальный специализированный редактор мнемосхем, предназначенный для создания активных динамических мнемосхем. Данный редактор позволяет создавать схемы практически любого уровня сложности. Создаваемые схемы имеют векторный формат. На схеме могут быть изображения оборудования схем из готовой библиотеки интеллектуальных компонентов, но также можно размещать растровые графические элементы, фрагменты текста.

Графический редактор мнемосхем ScadaPy является средством, предназначенным для проектирования и редактирования мнемосхем. Данный редактор использует для отображения объектов SVG графику.

Диспетчерское программное обеспечение ZNZ является специализированным программным продуктом для диспетчерского управления различными сетевыми (электро, тепловые, газовые, водопроводные, железнодорожные сети и т.п.), а также различными производственными объектами. Данное программ-

ное обеспечение поддерживает ввод мнемосхем сетей и всей дополнительной текстовой/графической информации на множество сетевых рабочих мест и на диспетчерский щит или видеостену сторонних производителей.

Редакторы мнемосхем присутствуют в различных SCADA-системах.

Тем не менее, при всем многообразии существующих на рынке средств визуализации не существует удовлетворительного программного средства для решения задач визуального мониторинга процессов информационного взаимодействия, удовлетворяющего комплексу требований:

- специализированное программное средство с функциями именно графического редактора, позволяющее классифицировать его как универсальное графическое средство;

- возможность использования не только стандартных элементов для построения схем, но и добавлять новые объекты для создания технологических схем, по визуальному качеству приближенных к реальным объектам,

- поддержка открытого стандарта SVG графики, который используется в настоящее время большинством программистов при разработке под Web;

- использование открытого формата данных XML;

- кроссплатформенность в части отображения информации на мобильных устройствах (смартфонах, планшетах) под управлением различных операционных систем.

- отсутствие ограничений по числу добавляемых технических параметров на схему.

В результате проведенного исследования был спроектирован и реализован программный пакет визуальной отладки спецификаций обмена данными с применением модуля графического представления (имеющего название «Симбиоз Векторной Графики»)¹. Практическое применение модуля на этапе тестирования позволило значительно сократить время на создание и ввод в действие сложных информационно-взаимозависимых систем за счет визуализации статусов и значений из событийной модели взаимодействия. Принцип работы модуля основан на объединение возможностей передовых программных продуктов компьютерной графики, таких как Adobe Illustrator и Microsoft Visio при подготовке прототипов мнемосхем в открытом формате SVG. Основными его достоинствами и возможностями являются следующие.

1) Используются творческие возможности дизайнеров для создания оригинальных технологических схем, по визуальному качеству приближенных к реальным объектам, без использования стандартных однотипных элементов.

2) Используемые программные продукты Adobe Illustrator и Microsoft Visio применяются дизайнерами и проектировщиками для создания прототи-

Цивилизация есть передача информации. Когда станет нечего выразить и передавать, цивилизация закончится.

Харуки Мураками

пов схем визуализации и обладают богатым набором инструментов обработки изображения.

3) Мнемосхемы отображаются на мобильных устройствах (смартфонах, планшетах) с операционной системой Android/iOS/Windows Phone.

4) Возможно подключение и синхронизация изменяемых графических элементов с данными из информационных систем с любым количеством технических параметров.

5) Синхронизированный вывод данных осуществляется в режиме реального времени с произвольно заданным интервалом в n секунд.

6) Поддержка SVG-графики основана на открытом стандарте от консорциума W3C, что используется в настоящее время большинством программистов при разработке под Web.

7) Все фигуры, объекты и рисунки в *.svg файлах описываются в открытом формате данных XML.

8) Поддерживается анимированная и интерактивная графика.

9) Подготовленные мнемосхемы отображаются на дисплеях с большим разрешением без потери качества, что дает возможность тщательно рассмотреть отдельные детали; это особенно важно при работе с техническими рисунками.

10) Текст, графика, анимация и интерактивные компоненты объединены в одной схеме.

11) Низкая загрузка сетевого канала к сайту позволяет отображать большой объем технических данных.

12) Конфигурационные изменения могут быть внесены в мнемосхемы с помощью стандартного текстового редактора, то есть не используя графические инструменты.

Заключение

Сокращение сроков проектирования, разработки и ввода в эксплуатацию интегрированных информационных систем достигается снижением итераций на стадиях жизненного цикла систем. При этом акценты смещаются в сторону тестирования информационного взаимодействия. Использование современных инструментальных средств визуализации позволяет частично решить задачу мониторинга взаимодействий. Исходя из отсутствия приемлемых решений, реализован модуль графического представления данных для ускорения процесса проектирования информационных систем. Практическое применение модуля в составе интеграционного комплекса автоматизации позволило значительно сократить время

¹ Волшуков М.Ю., Ишметьев Е.Н. и др. Симбиоз векторной графики – Мнемосхем / Заявитель и патентообладатель ООО Парадокс – № 2017663331/17; заявл. 13.10.2017; опубл. 29.11.2017. – С. 1.

на запуск сложных информационно-взаимозависимых систем.

Список литературы

1. *Волшук М.Ю.* Оказание услуг на базе взаимодействия гетерогенных сетей / М.Ю. Волшук, А.Ю. Иванов // Юбилейная 70-я всероссийская научно-техническая конференция, посвящённая Дню радио: сб. статей. – Санкт Петербург, 2015.
2. *Волшук М.Ю.* Формализация требований к инфотелекоммуникационным системам / М.Ю. Волшук, А.Ю. Иванов // Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании IV Международная научно-техническая и научно-методическая конференция: сборник научных статей в 2 томах: сб. статей. – Санкт-Петербург, 2015. – С. 470-474.
3. *Израилов К.Е.* Архитектурные уязвимости программного обеспечения // Шестой научный конгресс студентов и аспирантов СПбГИЭУ (ИНЖЭКОН-2013): сборник тезисов докладов научно-практической конференции факультета информационных систем в экономике и управлении «Инфокоммуникационные технологии и математические методы». 2013. С. 35.
4. *Волшук М.Ю.* Аспекты функционирования информационных систем в гетерогенной сетевой инфраструктуре // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 3. С. 23-29.
5. *Иванов И.В.* OPC UA - новый виток революции // Автоматизация в промышленности. 2017. № 2. С. 7-9.
6. *Гоголев А.* OPC UA и TSN: Industry 4.0 для оконечных устройств // Автоматизация в промышленности. 2020. № 7. С. 33-36.

Волшук Юрий Николаевич – канд. техн. наук, директор ООО «Парадокс»,
Волшук Матвей Юрьевич – ассистент СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
Израилов Константин Евгеньевич – канд. техн. наук, доцент СПбГУТ им. проф. М. А. Бонч-Бруевича,
 старший научный сотрудник, *Романенко Алексей Валерьевич* – технический директор ЗАО «Консом СКС».
 E-mail: neve75@mail.ru ynv@konsom.ru konstantin.izrailov@mail.ru

Новая аналитическая платформа ABB с искусственным интеллектом

Системы ABB Ability™ Genix Industrial Analytics и AI Suite представляют собой масштабируемую передовую аналитическую платформу со встроенными, простыми в использовании приложениями и сервисами. На базе платформы собираются, обрабатываются и интерпретируются операционные, инженерные и информационно-технологические данные. Они становятся важным источником информации, которая помогает промышленным предприятиям повысить эффективность работы, оптимизировать управление активами, обеспечить безопасность и целостность бизнес-процессов.

Согласно исследованиям, промышленные компании, как правило, используют лишь 20% собранной информации, что серьезно ограничивает их способность осмысленно и своевременно применять аналитические данные. Новое решение ABB собирает в одном месте цифровые потоки данных, поступающих из различных источников, и объединяет их с общими контекстными параметрами с помощью единой аналитической модели. Применение искусственного интеллекта в отношении этих показателей дает возможность получить предметную отфильтрованную информацию для прогнозирования и оптимизации, что непосредственно влияет на улучшение производительности.

ABB Ability™ Genix состоит из информационно-аналитической системы и приложений, дополненных сервисами ABB, которые помогают заказчикам решать, как оптимизировать активы, технологические процессы и профили риска, а также способствуют

формированию аналитических данных и определению способов их применения. Благодаря обширной библиотеке приложений, заказчики могут выбрать различные виды аналитической отчетности в зависимости от производственных задач, что поможет ускорить традиционный процесс планирования и заказа услуг у поставщиков.

Пакет ABB Ability™ Genix, настраиваемый как для нужд завода, так и для предприятия поддерживает различные способы внедрения, включая облачные, гибридные и локальные. ABB Ability™ Genix использует платформу Microsoft Azure для интегрированного подключения к облаку и сервисам в рамках стратегического партнерства ABB и Microsoft.

Ключевым компонентом ABB Ability™ Genix является ABB Ability™ Edgenius Operations Data Manager – инструмент, который соединяет, собирает и анализирует операционные технологические данные в месте их возникновения. ABB Ability™ Edgenius использует показатели, генерируемые операционными технологиями и системами, такими как АСУТП и измерительная аппаратура, для создания аналитики, которая позволяет оптимизировать производственные процессы и повысить эффективность использования активов. ABB Ability™ Edgenius можно развернуть как отдельный инструмент или интегрировать с ABB Ability™ Genix, таким образом, эксплуатационные характеристики объединяются с другими данными для проведения стратегического анализа деятельности предприятия.

[Http://www.abb.ru](http://www.abb.ru)