

# Использование технологии OPC UA в исследовании моделей объектов управления

Е. Л. Крылова<sup>1</sup>, М. Л. Немудрук<sup>2</sup>, И. М. Новожилов<sup>3</sup>,  
М. С. Федоров<sup>4</sup>, Д. А. Щуров<sup>5</sup>

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет  
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

<sup>1</sup>lenakryl@gmail.com, <sup>2</sup>nemomax@mail.ru, <sup>3</sup>novozhilovim@list.ru,

<sup>4</sup>mfed.sibur@gmail.com, <sup>5</sup>dima2735612@yandex.ru

**Аннотация.** Рассматривается новая технология OPC UA и ее использование при изучении микропроцессорных средств автоматизации с применением компьютерных моделей объектов управления. Рассматривается применение виртуального объекта управления. Управление компьютерной моделью с помощью промышленного контроллера.

**Ключевые слова:** OPC UA; модели; виртуальная лаборатория; управление компьютерной моделью; полунатурное моделирование

## I. ВВЕДЕНИЕ

В современном мире все чаще для проведения экспериментов используют модели объектов управления (ОУ), симулируемые компьютерными программами. Они могут находить применение в процессе разработки системы управления моделируемого объекта и в процессе обучения как производственного персонала [1], так и для организации образовательного процесса для закрепления полученных знаний и расширения доступной для обучения номенклатуры объектов управления. Важным моментом является то, что для организации связи модели с управляющим оборудованием предлагается использовать промышленный протокол связи.

### A. Промышленные протоколы

Существует множество протоколов и стандартов как открытых, так и проприетарных, позволяющих обмениваться информацией между элементами системы управления разных производителей, например:

- PROFIBUS DP;
- MODBUS;
- OPC DA (OPC COM);
- OPC UA.

Первые два протокола – это, прежде всего, протоколы полевого уровня, предназначенные для построения распределенной системы управления в ее классическом понимании. Их задача – организовать обмен между компонентами системы на полевом уровне: контроллерами, устройствами ввода/вывода, интеллектуальными устройствам. Однако при выходе с

полевого уровня на уровень человеко-машинного интерфейса очень быстро возникла потребность в унификации способов взаимодействия. Первой попыткой ее решить была спецификация OPC DA, ставшая значительным шагом вперед в деле организации связи в распределенных АСУ ТП, но привязанность к технологиям Windows ограничивало область ее применения. Следующим шагом на этом пути стала спецификация OPC UA, которая не привязана к решениям одного единственного производителя и на данный момент претендует на роль универсального средства организации информационного взаимодействия для современных систем управления. В связи с этим остановимся на последнем из них, как наиболее универсальном, подробнее.

### B. Стандарт OPC UA

OPC UA – программный интерфейс для промышленного протокола связи и модели данных. OPC UA используется для связи между конечными устройствами (например, ПЛК, промышленными ПК, системами управления технологическими процессами) различных производителей по принципу клиент/сервер. С помощью OPC UA любой тип информации может быть доступен в любое время и в любом месте.

OPC UA устраняет разрыв между миром ИТ на базе IP и промышленными сетями. Больше не нужно использовать интерфейсы и шлюзы, которые всегда приводят к потере или искажению информации. Теперь все данные производственного процесса могут передаваться по единому протоколу: внутри системы управления, между контроллерами или между контроллером и облачной базой данных, или между контроллером и компьютерной моделью объекта управления. OPC UA может устранить необходимость в традиционных полевых шинах. А возможность взаимодействовать с симулятором объекта управления дает новые возможности не только в управлении производственным процессом, но и в образовательной области.



Рис. 1. Промышленный интернет вещей. Переход от иерархической структуры к однородной

Информационная модель OPC UA обеспечивает семантическое описание данных и их контекст, что позволяет и машине, и человеку корректно интерпретировать полученные данные.

Для архитектуры OPC UA разработаны методы, которые позволяют аппаратным ресурсам напрямую взаимодействовать между собой. Машины могут опрашивать друг друга, чтобы получить информацию о доступных службах, интерфейсах и функциональных возможностях. Это повышает автономность и эффективность их взаимодействия.

До настоящего времени в архитектуре OPC UA использовалась модель связи клиент/сервер: клиент запрашивает информацию и получает ответ от сервера. Эта модель имеет ряд ограничений при работе в сетях с большим количеством узлов. Поэтому было принято решение дополнить стандарт OPC UA моделью связи издатель/подписчик (pub/sub). Она обеспечивает связь от одного ко многим и от многих ко многим. Сервер отправляет свои данные в сеть (публикация) и каждый клиент может получить эти данные (подписка) [2].

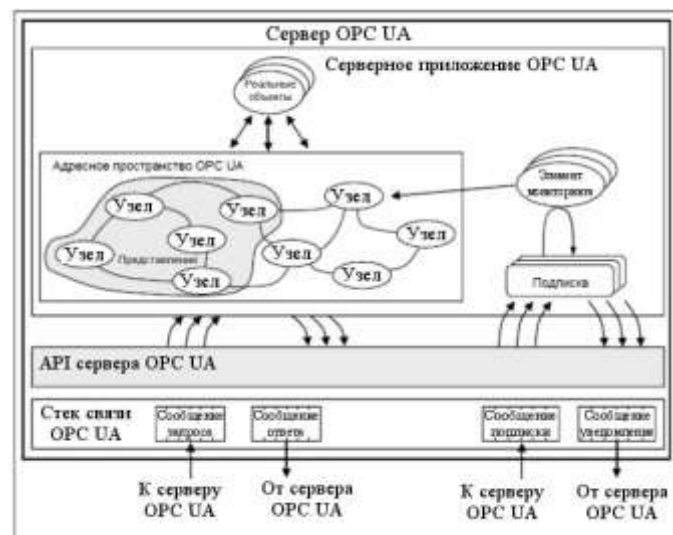


Рис. 2. Архитектура сервера OPC UA

Информационная модель – описание узла обеспечивает детальную информацию об узле, включая:

- наименование и описание;
- тип данных;
- время фиксации значения;
- уровни доступа;
- частота изменения.

OPC UA разработана как путь перехода для клиентов и серверов OPC, основанных на технологии Microsoft COM.

Технология OPC COM имела ряд недостатков:

- доступность только на операционных системах семейства Microsoft Windows;
- закрытая технология DCOM;
- сложность конфигурирования, связанная с DCOM;
- неприспособленность DCOM для обмена данными через интернет;
- неприспособленность DCOM для обеспечения информационной безопасности (шифрование) [3].

При разработке OPC UA были предприняты меры предосторожности, чтобы существующие данные, предоставляемые COM-серверами OPC (DA, HDA и A&E), могли быть легко сопоставлены и отображены через OPC UA. Поставщики могут по своему усмотрению перенести свои продукты в OPC UA или использовать внешние оболочки для преобразования из OPC COM в OPC UA и наоборот.

### С. Технология OPC UA TSN

Однако архитектура OPC UA имеет ряд серьезных ограничений в отношении таких сложных задач, как обеспечение функциональной безопасности, управление движением или связь в режиме реального времени. Реализация модели издатель/подписчик и интеграция стандартов Time-Sensitive Networking (TSN) обеспечили поддержку стандартом OPC UA режима реального времени [4].



Рис. 3. OPC UA и TSN в модели OSI

OPC UA TSN или OPC UA over TSN – технология передачи данных в режиме реального времени, объединяющая два стандарта: спецификация OPC UA определяет передачу данных в промышленных сетях, а технология TSN описывает работу сетей, требующих строгой синхронизации времени и детерминированной доставки данных.

Используя эти стандарты в совокупности, можно обеспечить взаимодействие между устройствами разных производителей в режиме реального времени, а также объединить информационные (ИТ) и операционные (ОТ) системы предприятия.

Синхронизация времени является критически важным аспектом промышленной связи в приложениях управления движением, технического зрения или при связи между контроллерами. Стандарт Ethernet не подразумевает детерминированную доставку данных, поэтому все полевые шины, представленные на рынке, имеют собственные механизмы передачи данных в реальном времени. Пакет стандартов TSN описывает коммуникацию в реальном времени в соответствии со стандартом IEEE 802 Ethernet, превращая его в унифицированный стандарт, отвечающий всем нуждам промышленной автоматизации.

## II. ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС

При внедрении использовался лабораторный стенд, состоящий из ПЛК B&R PP065 со встроенным сервером OPC UA и ПК, на котором запущена виртуальная 3D-модель объекта управления. Связь между ними производится по внутренней сети Ethernet.

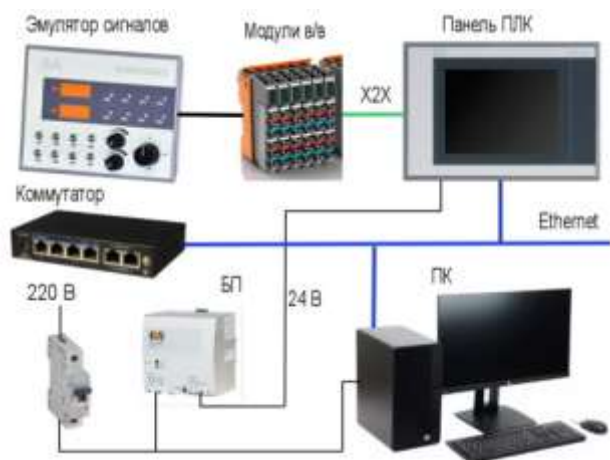


Рис. 4. Лабораторный стенд

Любой контроллер B&R может выполнять функции сервера или клиента OPC UA. Это обеспечивает вертикальную связь с системами SCADA, MES и ERP, а также независимую от производителя связь между контроллерами.

Для внедрения функций OPC UA используются функциональные блоки PLCopen, более 20 функциональных блоков в библиотеке B&R AsOpcUas.

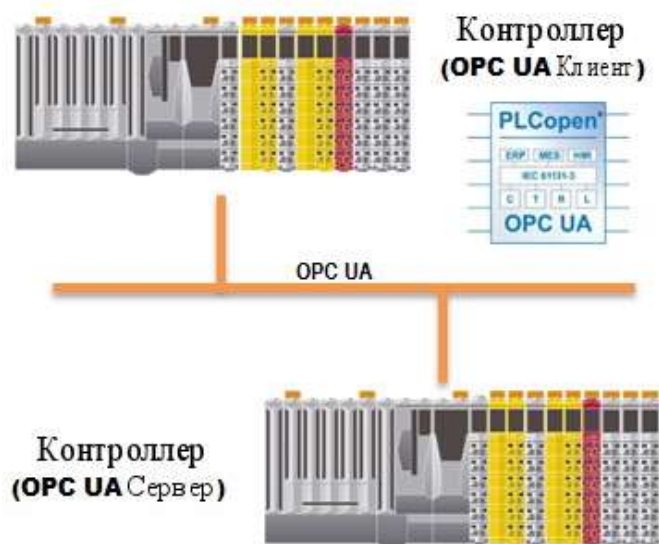


Рис. 5. Связь ПЛК B&R

В качестве ОУ используется 3D-модель резервуара (емкости) в программе FACTORY I/O. Емкость является упрощённой моделью различных физических объектов:

- стиральная машина;
- бойлер;
- водонапорная башня;
- нефтяной резервуар.

FACTORY I/O представляет собой интерактивную изолированную среду для обучения технологиям автоматизации на базе ПЛК, в которой пользователь может строить и симулировать в реальном времени промышленные технологические системы и использовать их с аппаратными или программными ПЛК [9]. Поскольку FACTORY I/O позволяет пользователю не только имитировать работу технических объектов на экране компьютера, но и самостоятельно создавать их, предусмотрена работа программы в двух режимах – режим редактирования и режим исполнения.

## III. ПРИМЕР РАБОТЫ

Используется моделирование процессов налива, нагрева и слива из емкости.

В среде разработки B&R AUTOMATION STUDIO разрабатывается программа управления, объявляются переменные процесса, настраивается сервер OPC UA, описывается логика с использованием одного из специализированных или стандартных языков программирования, поддерживаемых средой разработки. Полученная программа загружается в ПЛК.

В 3D-модели открываются переменные сервера OPC UA и устанавливается соответствие с переменными модели объекта.



Рис. 6. Настройка связи модели с контроллером

При запуске модели происходит отправка управляющих команд в интерфейс программы. Логика ПЛК осуществляет процесс налива и слива в автоматическом режиме.

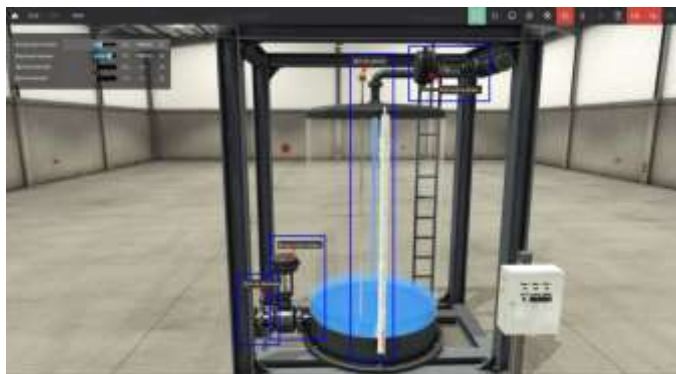


Рис. 7. 3D-модель емкости

В качестве моделей могут использоваться и более сложные системы, например Matlab, которые позволят описать более сложную логику процессов.

#### IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технология OPC UA является перспективным направлением для систем IIoT. Ее использование в учебном процессе позволит обучающимся не только ознакомиться с этой успешно развивающейся технологией,

но и освоить применение полунатурного моделирования для разработки систем управления.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Уткин М.А., Федоров М.С., Жеронкин К.М., Нибул С.А. Моделирование технологических операций для тренажера перекачки сжиженных углеводородных газов // Труды 7-й Всероссийской научно-практической конференции «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2015). Т. 2. М.: ИПУ РАН им. В.А. Трапезникова, 2015. С. 385–399.
- [2] Часто задаваемые вопросы по технологии OPC UA over TSN [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: <https://www.br-automation.com/ru/tehnologija/opc-ua/chasto-zadavaemye-voprosy-po-tehnologii-opc-ua-over-tsn/> (Дата обращения: 15.06.2021)
- [3] Спецификация OPC UA [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: [https://bookasutp.ru/Chapter9\\_2\\_4.aspx/](https://bookasutp.ru/Chapter9_2_4.aspx/) (Дата обращения: 15.06.2021)
- [4] OPC UA over TSN [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: <https://www.br-automation.com/ru/tehnologija/opc-ua/opc-ua-over-tsn-dlja-upravlenija-dvizheniem-funkcionalnoi-bezopasnosti-i-raboty-v-rezhime-realnogo-vremeni/> (Дата обращения: 15.06.2021)
- [5] OPC UA [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: <https://www.br-automation.com/ru/technologies/opc-ua/> (Дата обращения: 15.06.2021)
- [6] Unified Architecture [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/> (Дата обращения: 15.06.2021)
- [7] OPC UA [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/OPC-UA> (Дата обращения: 15.06.2021)
- [8] OPC UA TSN [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/OPC-UA\\_TSN/](https://de.wikipedia.org/wiki/OPC-UA_TSN/) (Дата обращения: 15.06.2021)
- [9] Factory I/O [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: <https://docs.factoryio.com/> (Дата обращения: 15.06.2021)
- [10] OPC Unified Architecture [Электронный ресурс]. Интернет-сайт. – URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/OPC\\_Unified\\_Architecture/](https://en.wikipedia.org/wiki/OPC_Unified_Architecture/) (Дата обращения: 15.06.2021)
- [11] ПНСТ 448-2020 Умное производство. Унифицированная архитектура OPC. Часть 1. Общие положения [Электронный ресурс]. – Интернет-сайт. – URL: <https://normacs.net/Doclist/doc/12LCT.html/> (Дата обращения: 15.06.2021)
- [12] Титаев А.А. Промышленные сети: учеб. пособие: Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. 124 с.