

ШИШОВ О. В., ЗАВОДУНОВ А. О., СЛАВКИН А. С.
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АСУ ТП
В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Аннотация. Рассматриваются принципы построения лабораторного комплекса и порядок проведения учебных работ по изучению современных информационных технологий разработки АСУ ТП нижнего и верхнего уровня (уровней ПЛК и SCADA). Лабораторный комплекс создавался на базе аппаратных средств и программного обеспечения российских компаний ОВЕН и ИнСАТ.

Ключевые слова: промышленная автоматизация, программируемые контроллеры, SCADA-система, OPC-сервер, интернет вещей, облачные вычисления, промышленные сети.

SHISHOV O. V., ZAVODUNOV A. O., SLAVKIN A. S.
PRESENTATION OF MODERN NETWORK TECHNOLOGIES
FOR INDUSTRIAL CONTROL SYSTEMS IN EDUCATIONAL PROCESS

Abstract. The article considers the principles of setting up the laboratory complex and the training procedure of modern information technologies for the development of industrial control systems of lower and upper levels (PLC and SCADA). The laboratory complex in question was set up on the basis of hardware and software by the Russian companies OWEN and INSAT.

Keywords: industrial automation, programmable controllers, SCADA system, OPC-server, Internet of things, cloud computing, industrial networks.

В Мордовском государственном университете им. Н. П. Огарева на кафедре электроники и нанoeлектроники уже несколько лет функционирует учебная лаборатория «Современные технологии промышленной автоматизации». Во время занятий в лаборатории учащиеся знакомятся с базовыми компонентами современной автоматики – свободно программируемыми логическими контроллерами (ПЛК), модулями ввода-вывода, преобразователями частоты вращения двигателей и операторными панелями, с их аппаратными ресурсами, с возможностями их конфигурирования и программирования. Изучение этих вопросов ведется на примерах аппаратных и программных продуктов компании ОВЕН, которая на рынке выпуска средств автоматизации занимает в России ведущее положение. Разработаны и реализованы учебные стенды для изучения универсальных моноблочных контроллеров серий ПЛК-100/150/110, релейных контроллеров ПР110/114/200, операторных панелей ИП320, СП307/310, модулей ввода-вывода Мх110, выпущено соответствующее методическое обеспечение. Все это позволило лаборатории стать еще и Региональным учебным центром компании ОВЕН и вести курсы повышения квалификации для работников предприятий.

Одной из основных тенденций создания систем автоматизации на современных предприятиях является их комплексность. Сегодня для эффективного ведения бизнес-процесса они должны охватывать горизонтальными и вертикальными связями все его звенья. Это требует подготовки специалистов, которые могут создавать не только системы управления низового уровня (отдельных станков, линий, конвейеров), но и уровня диспетчеризации, мониторинга на уровне производственного участка, цеха и шире. Таким образом, перед учебной лабораторией была поставлена задача разработки соответствующего лабораторного комплекса. Представим круг вопросов, поднимаемых в лаборатории при изучении современных сетевых технологий в промышленности, и подходы к их рассмотрению.

Первое и самое главное, на что обращается внимание при рассмотрении современных системы автоматизации – это то, что они не просто охватывают все уровни производства, а все чаще часть компонентов этих систем выходит за границы локальной сети и переходит на уровень глобальной. То, с чем приходилось, в первую очередь, при этом сталкиваться – высокая стоимость каналов связи, если они создавались для этого специально. Выход был очевиден и прост, он диктовался логикой развития всего информационного мира – в этих условиях наиболее экономически выгодным оказывается применение интернета.

Безусловно, интернет-технологии не рассчитаны на передачу больших объемов данных и быстрое их обновление, но эти недостатки скрадываются там, где данные технологии интегрируются в системы АСУ ТП для контроля лишь основных показателей процесса, а не попытки полного охвата всей информации, предоставляемой системой. Тогда всемирная паутина может явиться идеальным решением организации обмена с удаленными объектами, обеспечения своевременной связи (в том числе мобильной) с руководителем предприятия, инженером-технологом или оператором системы.

Таким образом, у контроллеров, являющихся базовыми элементами построения низовых уровней автоматизации, появление веб-интерфейса было абсолютно естественным шагом. Сначала, как минимум, это позволяло через него производить настройки с локального или удаленного компьютера, получать с него информацию устройствам более высокого уровня. Задачи уровня верхнего управления, как правило, решаются с помощью SCADA-систем (Supervisory Control And Data Acquisition – диспетчерское управление и сбор данных), а нижнего – с помощью контроллеров. SCADA-система устанавливается на компьютер и выступает в такой системе сервером, контроллеры – клиентами. Разнесенные пространственно они обмениваются информацией по каналам связи. Хотя SCADA-системы зачастую позволяют реализовать сложный логический анализ и массу вычислений, обычно основные алгоритмы управления реализуются все же в контроллере. Пока в сложной

многоконтроллерной распределенной системе управления это позволяет добиться в целом большей надежности и стабильности. При таком распределении функций между SCADA-системой и контроллером, обмен между ними сводится к передаче ограниченного объема команд и данных без жестких требований по скорости доставки. И налицо возможности использования для связи между элементами распределенной системы интернет-каналов.

Следующим шагом развития веб-интерфейса в ПЛК стало появление в них веб-сервера. Сервер осуществляет формирование необходимых HTML-страниц и связывает их с данными, поступающими в контроллер с объекта. В зависимости от возможностей конкретного контроллера и поставленной задачи может быть реализована визуализация процесса, мониторинг и управление системой, архивирование информации, обработка аварийных сигналов и т.п. Существенным преимуществом применения этой технологии является возможность использования на компьютере диспетчера (руководителя, специалиста) любого веб-браузера, в том числе установленного на мобильном устройстве.

Использование веб-сервера безусловно предполагает создание соответствующего программного обеспечения в рамках которого будет осуществляться формирование интернет-страниц, связывание переменных программы с элементами визуализации и управления, реализация алгоритмов обработки, архивирование данных, составление отчетов и пр. Безусловно, это задача, требующая специальных знаний – как минимум умения программировать на языке HTML (XML), работать с java/svg скриптами и пр. Для широкого внедрения технологии использования встроенного веб-сервера обязательно должны были появиться подходы, максимально упрощающие реализацию такого программного обеспечения. В некоторых пакетах для программирования ПЛК есть возможности создания визуализаций – экранных форм (страниц) для иллюстрации на экране компьютера-программатора или на панели контроллера работы прикладной программы управления. Если в программируемые контроллеры заложена возможность работы с веб-сервером, то пакет может брать на себя и функции описания объектов визуализации проекта в формате HTML (XML) и загрузки их в контроллер. Программа реализации веб-сервера обрабатывает данные контроллера и в формате HTML (XML) создает постоянно обновляемую визуализацию. Таким образом она может отображаться в веб-браузере на любом подключенном через интернет компьютере независимо от платформы.

Такой подход к созданию веб-визуализаций, в частности, заложен в пакет CoDeSys, используемый в лаборатории при изучении языков программирования ПЛК и работы с ними. Как указывалось выше, прежде всего, это контроллеры компании ОВЕН. К сожалению, функционал не всех контроллеров этой компании позволяет работать с созданными с использованием такого подхода веб-визуализациями (по крайней мере тех

контроллеров, которые позиционируются производителем как устройства, ориентированные на построение систем управления простыми объектами).

При изучении SCADA-систем в учебной лаборатории используется пакет Master-SCADA. Как и другие SCADA-пакеты последнего поколения, он, кроме традиционных функций по созданию систем сбора данных и диспетчеризации, выполняет также функции программирования ПЛК и создания веб-визуализаций. Рисунок 1 иллюстрирует создание экрана визуализации в пакете Master-SCADA и отображение созданного экрана визуализации в браузере.

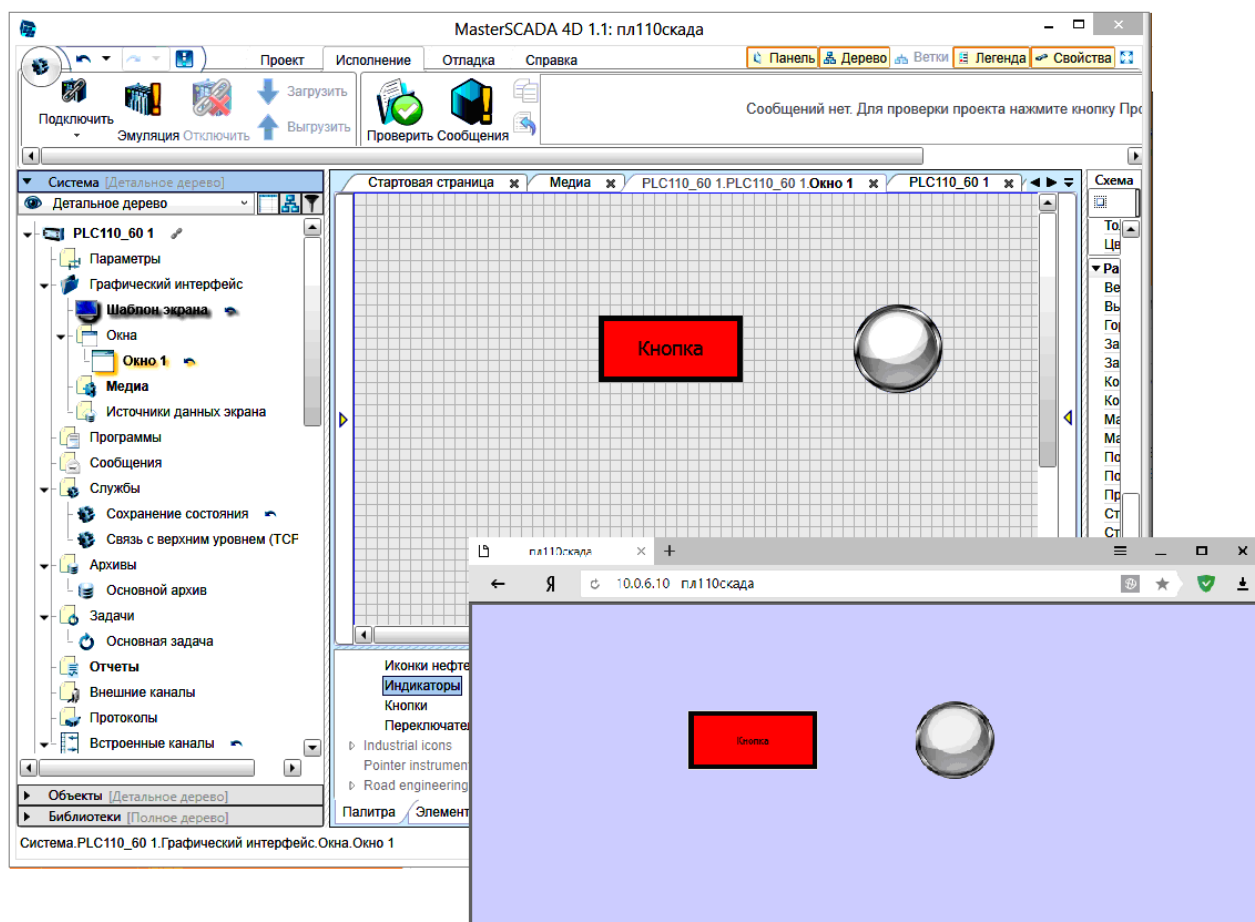


Рис. 1. Создание экрана визуализации в пакете Master-SCADA и его отображение в браузере.

Для удаленного управления в АСУ ТП часто достаточно иметь на сервере всего одну-две несложные веб-страницы. В свое время мы привыкли, что веб-серверы для интернета обычно располагаются на мощных компьютерах и содержат жесткие диски большой емкости. Здесь, конечно, речи об этом не ведется. В данном случае это программные средства ограниченного объема, работающие с относительно небольшими массивами данных. С любой точки зрения тут лучше подойдет использование термина микро веб-сервер (встраиваемый веб-сервер, Embedded Web-Server), особенно если его

задачи реализуются отдельной БИС, располагаемой на печатной плате ПЛК. Появление таких специализированных БИС, например дешевых однокристальных микроконтроллеров со встроенной реализацией протокола TCP/IP, позволило начать встраивать веб-серверы фактически везде: внутри датчика, в холодильнике, в кондиционере, в офисном оборудовании и пр. Технологию применения микро веб-серверов называют «встроенным интернетом» (Embedded Internet). Распространение этого явления привело к появлению понятия «интернет вещей» (Internet of Things, IoT).

Термин «интернет вещей» распространяется и на промышленные объекты. Развитие распределенной сетевой инфраструктуры в АСУ ТП привело к появлению «Industrial Internet of Things» (IIoT, индустриальный или промышленный интернет вещей). Это система объединенных компьютерных сетей и подключенных промышленных (производственных) объектов со встроенными датчиками и программным обеспечением для сбора и обмена данными с возможностью удаленного контроля и управления в автоматизированном режиме без участия человека.

Данные, которые раньше были не доступны и соответственно не использовались, с распространением встроенных интернет-устройств могут являться ценной дополнительной информацией о характере использования продукта и оборудования для всех участников производственного цикла. Получение таких данных предполагает появление их огромных массивов, необходимость их хранения и, как само собой разумеющееся, их обработку. Даже крупные предприятия сталкиваются с проблемой хранения и обработки «больших» данных, поэтому обязательно должны были появиться технологии решения этих проблем не только для крупных, но и для малых предприятий. Неслучайно практически одновременно с концепцией «интернет вещей» появилось понятие «облачные технологии» или «облачные вычисления».

Наиболее простым образом облачные вычисления определяют как технологию распределенной обработки данных, в которой компьютерные ресурсы и мощности предоставляются пользователю как интернет-сервисы. Используя этот подход, компания в «облаке» может исполнять весь необходимый функционал АСУ (программные алгоритмы обработки данных и управления) как низовых систем, так и систем управления уровня предприятия и выше. Другими словами, «облако» одновременно выполняет функции универсального средства интеграции ресурсов и функции исполнения сколь угодно сложных разнообразных алгоритмов.

Использование облачных технологий в лаборатории учащимся иллюстрируется на примере облачного сервиса OwenCloud, предоставляемого компанией ОВЕН. Данный облачный сервис применяется для удаленного мониторинга, управления и хранения архивов данных приборов, используемых в системах автоматизации.

Сервис предоставляет пользователям возможность сбора данных с подключенных устройств, хранение считанных данных, отображение данных в виде графиков и таблиц, отображение устройств на карте, удаленное управление устройствами, аварийные уведомления по электронной почте и через Telegram, интеграция со SCADA-системами с помощью бесплатного OWEN OPC-сервера, открытый API для интеграции с другим ПО. Пользователь осуществляет доступ к сервису с помощью web-интерфейса или мобильного приложения. Web-версия сервиса доступна по адресу: <https://owencloud.ru>.

Для работы с сервисом OwenCloud нужна учетная запись – профиль, зарегистрированный в сервисе и ассоциированный с компанией или конкретным клиентом. При регистрации учетной записи автоматически создается главный пользователь, который может добавлять других пользователей и настраивать их права. Таким образом, у нескольких пользователей может быть доступ к одной учетной записи с разными наборами привилегий.

Для использования в облаке конкретного прибора (контроллера) его необходимо зарегистрировать. При этом для прибора генерируется идентификационный код, так называемый токен (CloudToken). При добавлении прибора в сервис для каждого типа задается индивидуальный период опроса. Окно регистрации прибора показано на рисунке 2.

The screenshot displays the OwenCloud web application interface. The top navigation bar includes the OwenCloud logo, a home icon, a notification bell with '0' (Аварии), and a map icon (Приборы на карте). The left sidebar contains links for 'Приборы', 'Шаблоны', 'Пользователи', and 'Профиль компании'. The main content area is titled 'Управление прибором: OWEN ПЛК 110' and features tabs for 'Общие', 'События', and 'Параметры'. Under the 'Общие' tab, there are sub-sections for 'Общие настройки' and 'Настройки расположения на карте'. The 'Общие настройки' section contains the following fields:

- Текущий идентификатор:** 6A:77:00:FF:B1:29
- Тип прибора:** ПЛК через Modbus TCP
- Новый идентификатор:** Введите какое-либо из следующих значений: заводской номер прибора, (with a text input field)
- Токен авторизации для ПЛК:** ZY1YZY0M (with a 'Сгенерировать новый' button)
- Заводской номер:** 54222180232054786
- Название прибора*:** OWEN ПЛК 110
- Категории:** plc110 (with a dropdown arrow)
- Часовой пояс*:** GMT+3:00 (with a dropdown arrow)

Below the 'Часовой пояс*' field, a note states: 'Время на странице прибора будет смещаться в зависимости от часового пояса.'

Рис. 2. Регистрация прибора в облаке OwenCloud.

Приборы подключаются к сервису с помощью сетевого шлюза или через Ethernet по одному из поддерживаемых протоколов обмена. В лаборатории, как уже указывалось выше, используются контроллеры компании ОВЕН, которые программируются в пакете CoDeSys. Работа с контроллером в пакете начинается с конфигурирования, в рамках которой в том числе определяются сетевые протоколы. При конфигурировании канала работы в облаке в качестве интерфейса указывается, что работа будет вестись через облако (Cloud), а в параметрах интерфейса указывается полученный при регистрации данного прибора CloudToken (см. рис. 3).

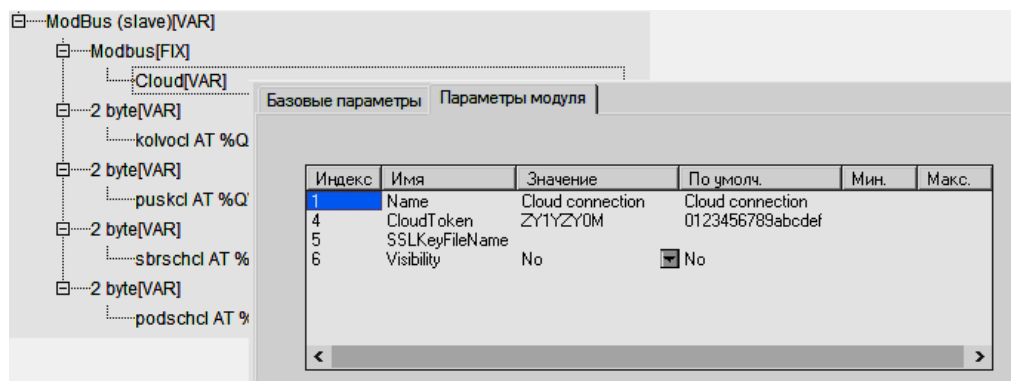


Рис. 3. Конфигурация канала для работы в OwenCloud.

Созданная для контроллера конфигурация экспортируется и загружается на сервис. После чего появляется возможность наблюдать текущие значения переменных (параметров управляемого процесса) в виде таблицы (рис. 4) или графика, записывать новые значения параметров.

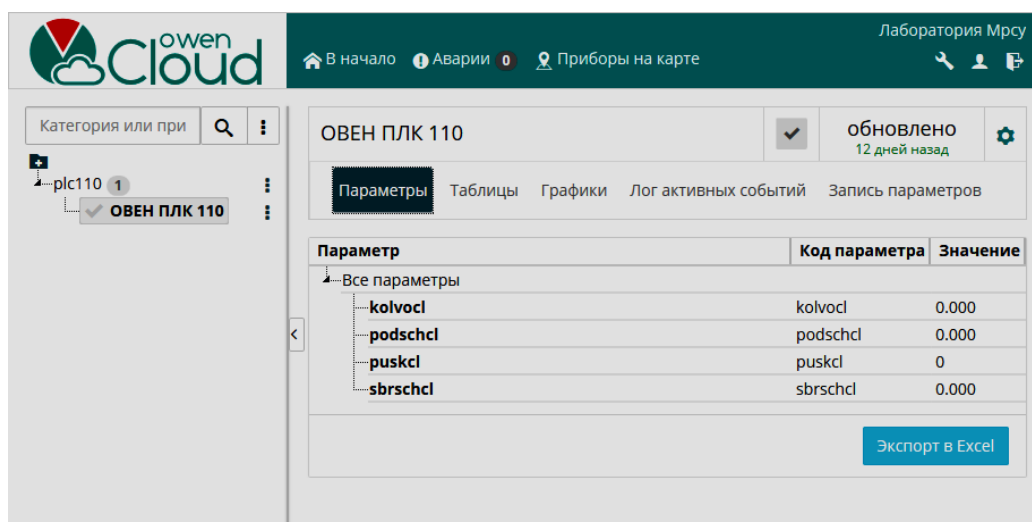


Рис. 4. Отображение текущих значений переменных в облачном сервисе.

Данные из OwenCloud могут передаваться в удаленную систему сбора и диспетчеризации, реализованную с помощью того или иного SCADA-пакета на любом компьютере, подключенном к интернету. Подключение SCADA-проекта к сервису OwenCloud осуществляется через OPC-сервер ОВЕН. Для подключения к облаку в OPC-сервере необходимо создать новый узел с протоколом обмена OwenCloud. При добавлении в узел устройства сервер потребует авторизации в облаке, а после этого предложит перечень Ваших приборов, зарегистрированных в сервисе, и параметров, доступных при работе с этим прибором.

Таким образом, учащиеся в лаборатории последовательно знакомятся с практикой применения новых информационных технологий при создании промышленных систем автоматизации. Можно надеяться, что полученные ими знания будут широко применяться на практике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шишов О. В. Программируемые контроллеры в системах промышленной автоматизации: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 365 с.
2. Шишов О. В. Современные технологии промышленной автоматизации. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2009. – 276 с.
3. Шишов О. В. Технические средства автоматизации и управления. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 397 с.
4. Облачный сервис компании ОВЕН [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://owencloud.ru/>.