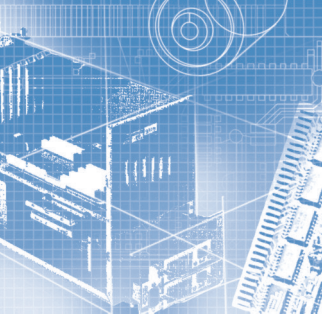




Программируемый контроллер WAGO 750-880 в режиме Master

Светлана Захаркина

Протоколу Modbus уже много лет, тем не менее, он до сих пор не теряет актуальность и активно применяется во многих современных ПЛК. В статье рассматривается решение задачи организации обмена данными по протоколу Modbus TCP между контроллерами WAGO 750-880 с помощью специальной библиотеки ModbusEthernet_04.lib, поставляемой компанией WAGO.

ВВЕДЕНИЕ

При разработке автоматизированных систем часто возникает задача передачи информации с одного контроллера на другой. Осуществляется это с помощью специализированных промышленных сетей. На сегодняшний день спектр таких сетей довольно широк (CAN, FIP, PROFIBUS, ControlNet, DH+, Modbus RTU, Modbus TCP/IP, Modbus Plus, Genius, DirectNet, DeviceNet, INTERBUS, SDS, AS-i, HART и ещё несколько десятков протоколов).

Протокол Modbus и одноимённая сеть являются самыми распространёнными в мире. Несмотря на свой возраст (стандартом де-факто Modbus стал ещё в 1979 году), Modbus не только не устарел, но, наоборот, существенно возросло количество новых разработок и объём организационной поддержки этого протокола. Миллионы Modbus-устройств по всему миру продолжают успешно работать [1].

Преимуществами Modbus являются отсутствие необходимости в специальных интерфейсных контроллерах (PROFIBUS и CAN требуют для своей реализации заказных микросхем), простота программной реализации и элегантность принципов функционирования. Всё это снижает затраты на освоение стандарта как системными интеграторами, так и разработчиками контрольного оборудования. Высокая степень открытости протокола обеспечивается бесплатными текстами стандартов, которые можно скачать с сайта www.modbus.org.

Протокол привлекает простотой логики и независимостью от типа интерфейса (RS-232, RS-422, RS-485 или же токовая петля 20 мА). Modbus работает по принципу Master/Slave (ведущий/ведомый). Конфигурация на основе этого протокола предполагает наличие одного Master-узла и до 247 Slave-узлов. Только Master инициирует циклы обмена данными.

Modbus поддерживает 4 типа данных:

- 1) Discrete Inputs — один бит, доступен только для чтения;
- 2) Coils — один бит, доступен для чтения и записи;
- 3) Input Registers — 16-битовый беззнаковый или знаковый тип, доступен только для чтения;
- 4) Holding Registers — 16-битовый беззнаковый или знаковый тип, доступен для чтения и записи.

Разновидностями Modbus являются протоколы Modbus Plus — многомастерный протокол с кольцевой передачей маркера и Modbus TCP, рассчитанный на использование в сетях Ethernet и Интернет [1].

В данной статье будет рассмотрен обмен данными между контроллерами с помощью протокола Modbus TCP.

Modbus TCP — это сетевой протокол обмена данными, который представляет собой симбиоз RTU-спецификации протокола и Ethernet TCP/IP. Наряду с RTU и Plus, Modbus TCP использует тот же прикладной уровень сетевой модели, где и достигается совместимость на уровне обработки данных. Протокол TCP/IP устроен по принципу «клиент–сервер». Для обмена данными клиент открывает сеанс связи с сервером, указывая его адрес.

Многие производители выпускают процессорные модули, которые могут работать как в режиме приёма данных, так и передачи. Так, контроллер WAGO 750-880 использует для передачи данных протокол Modbus TCP на базе сети Ethernet и оснащён двумя портами RJ-45. Контроллер может работать как в режиме Master, так и в режиме Slave. Рассмотрим задачу организации передачи данных с одного контроллера

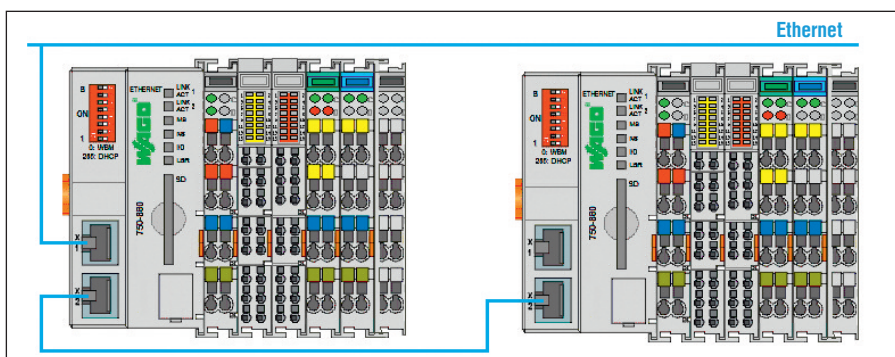


Рис. 1. Подключение контроллеров WAGO 750-880 к сети Ethernet

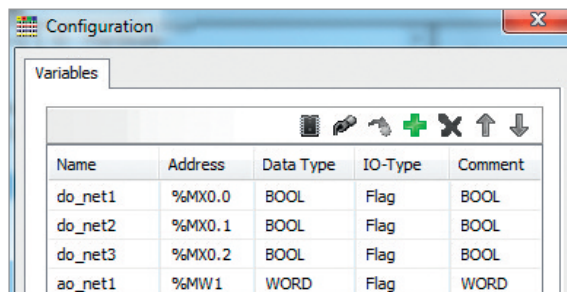


Рис. 2. Окно конфигурации переменных

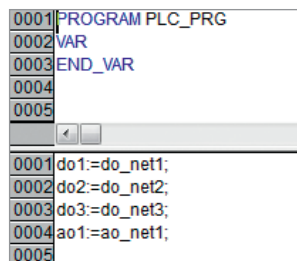


Рис. 3. Программа для подчинённого контроллера

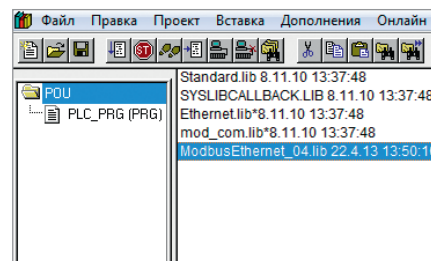


Рис. 4. Результат добавления библиотеки ModbusEthernet_04.lib

на другой, при этом один из них работает в режиме Master, другой – в режиме Slave.

Эту задачу будем решать с помощью специальной библиотеки ModbusEthernet_04.lib [2].

Подключение устройств

Для организации передачи данных один из контроллеров (Master) необходимо подключить в сеть Ethernet, для этого нужно использовать один из портов Ethernet, другой порт задействуем для связи с подчинённым контроллером (рис. 1). Оба контроллера имеют одинаковую конфигурацию:

- 1) 750-880 – программируемый контроллер узла сети Ethernet TCP/IP 10/100 Мбит/с;
- 2) 750-1405 – 16-канальный модуль дискретного ввода, 24 В;
- 3) 750-1504 – 16-канальный модуль дискретного вывода, 24 В, 0,5 А;
- 4) 750-454 – 2-канальный модуль аналогового ввода, дифференциальный, 4–20 мА;

- 5) 750-560 – 2-канальный модуль аналогового вывода, 0–10 В;
- 6) 750-600 – оконечный модуль.

Конфигурирование и программирование контроллеров WAGO I/O осуществляется в бесплатном программном пакете CODESYS v2.3 компании 3S Smart Software Solutions с установленным пакетом адаптации.

Для организации работы контроллера в режиме Master можно воспользоваться библиотекой ModbusEthernet_04.lib, входящей в пакет адаптации CODESYS для WAGO. После установки пакета адаптации библиотеку можно найти в директории C:\Program Files\WAGO Software\CoDeSys V2.3\Targets\WAGO\Libraries\Application.

Программа для контроллера, работающего в режиме Slave

Для управления физическими выходами системы WAGO необходимо дополнительно настроить Modbus-пере-

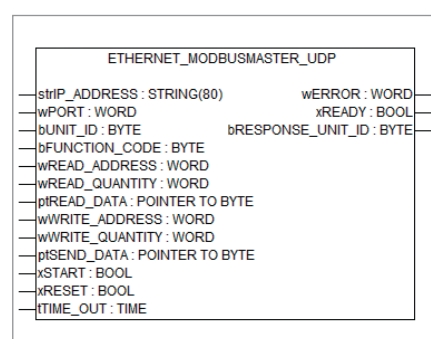


Рис. 5. Функциональный блок ETHERNET_MODBUSMASTER_UDP

менные контроллера в качестве посредников между физическими каналами и переменными верхнего уровня. Создадим эти переменные. Последовательность действий:

1. Откройте *PLC Configuration* на вкладке *Resources* и разверните ветку *K-bus*.
2. Нажмите правой кнопкой мыши на *Flag Variables* и выберите *Edit*.
3. В открывшемся окне создайте переменные *Flag* для дискретных и аналоговых каналов, как показано на рис. 2.

Входные параметры функционального блока ETHERNET_MODBUSMASTER_UDP

Входной параметр	Тип данных	Описание
strIP_ADDRESS	STRING	Строковая переменная, определяющая IP-адрес подчинённого контроллера
wPORT	WORD	Номер порта для использования протокола Modbus TCP. Значение этой переменной равно 502
bUNIT_ID	BYTE	Заполняет поле UnitID в заголовке протокола Modbus
bFUNCTION_CODE	BYTE	Код функции Modbus. Может принимать следующие значения: – FC1: (0x01) – чтение битовых входных и выходных данных (read coils); – FC2: (0x02) – чтение значений из нескольких дискретных входов (read input discretes); – FC3: (0x03) – чтение значений из нескольких регистров хранения (read multiple registers); – FC4: (0x04) – чтение значений из нескольких входных регистров (read input registers); – FC5: (0x05) – изменение значения логической ячейки в состояние ON или OFF (write coil); – FC6: (0x06) – запись значения в один регистр хранения (write single register); – FC7: (0x07) – чтение сигналов состояния (read exception status); – FC11: (0x0B) – чтение счётчика событий (get comm event counter); – FC15: (0x0F) – запись значений в несколько битовых выходов (force multiple coils); – FC16 (0x10) – запись значений в несколько регистров хранения (write multiple registers); – FC23 (0x17) – чтение и запись в несколько регистров хранения (read write multiple registers)
wREAD_ADDRESS	WORD	Адрес для чтения данных в подчинённом устройстве
wREAD_QUANTITY	WORD	Количество бит или слов для чтения
ptREAD_DATA	POINTER TO BYTE	Указатель на адрес переменных, в которых будут сохраняться считываемые данные
wWRITE_ADDRESS	WORD	Адрес для записи данных в подчинённом устройстве
wWRITE_QUANTITY	WORD	Количество бит или слов для записи
ptSEND_DATA	POINTER TO BYTE	Указатель на адрес переменных, в которых будут храниться записываемые данные
xSTART	BOOL	Иницирует передачу кадра Modbus
xRESET	BOOL	Сброс внутренних данных
tTIME_OUT	TIME	Максимальное время ожидания ответа от подчинённого устройства Modbus

Таблица 1

В программе необходимо присвоить значения переменных *Flag* выходным физическим каналам. Вы можете использовать адреса переменных или их имена. Пример присвоения показан на рис. 3, где *do1*, *do2*, *do3* – имена выходных дискретных каналов, *ao1* – имя аналогового канала.

**ПРОГРАММА
ДЛЯ КОНТРОЛЛЕРА,
РАБОТАЮЩЕГО В РЕЖИМЕ
MASTER**

Добавим в проект контроллера, работающего в режиме Master, библиотеку *ModbusEthernet_04.lib*, при этом автоматически будут добавлены ещё две библиотеки: *Ethernet.lib** и *mod_com.lib** (рис. 4).

В этой библиотеке будем использовать функциональный блок *ETHERNET_MODBUSMASTER_UDP* (рис. 5). В табл. 1 и 2 приведены входные и выходные параметры блока соответственно.

Для использования блока *ETHERNET_MODBUSMASTER_UDP* объявим в программе переменные, как показано в листинге 1.

На рис. 6 показан код проекта на языке LD. Обратите внимание на необходимость использования функционального блока с дополнительным входом *EN*. Для этого при добавлении блока в программу необходимо выбрать пункт меню *Box with EN*.

Согласно таблицам распределения Modbus-адресов контроллера WAGO 750-880, приведённым в документации [3] (можно загрузить с технического портала <https://tp.prosoft.ru/> или с сайта компании WAGO), адресация флаговых переменных начинается с адреса 12288, поэтому начальное значение *StartWrite_ADDRESS* зададим равным 12288.

Для чтения аппаратных входов подчинённого контроллера начальное значение переменной *StartREAD_ADDRESS* лежит в диапазоне 0...255 для аналоговых и 0...511 для дискретных переменных. Для чтения аппаратных выходов начальное значение переменной *StartREAD_ADDRESS* лежит в диапазоне 256...511 для аналоговых и 512...1023 для дискретных переменных.

На рис. 7 показан результат работы программы в режиме исполнения. В первый элемент массива *InData* записываются данные входных каналов аналогового модуля 750-454, во второй – дискретного 750-1405. Первый элемент

Выходные параметры функционального блока ETHERNET_MODBUSMASTER_UDP

Таблица 2

Выходные параметры	Тип данных	Описание
xREADY	BOOL	Передача данных завершена или время ожидания, указанное в tTIME_OUT, истекло
wERROR	WORD	0x0000 – удачно; 0x0002 – неверный адрес данных; 0x0003 – неверное значение данных; 0x0004 – подчинённое устройство недоступно; 0x0005 – приём подтверждён; 0x0006 – подчинённое устройство занято; 0x0007 – отсутствие подтверждения приёма; 0x0008 – ошибка контроля чётности; 0x000A – недействительный шлюз; 0x000B – шлюз не отвечает; 0x0095 – ошибка сокета, он закрыт; 0x0096 – недействительный сокет от FW; 0x0097 – недопустимое количество точек; 0x0098 – внешний буфер переполнен; 0x0099 – превышено время TimeOut
bRESPONSE_UNIT_ID	BYTE	Содержание поля UnitID в заголовке протокола Modbus ответной телеграммы

Листинг 1

Объявление переменных для блока ETHERNET_MODBUSMASTER_UDP

```
fb1 : ETHERNET_MODBUSMASTER_UDP;  
node_ADDRESS : STRING:= '192.168.102.96';  
(*адрес подчинённого контроллера*)  
wPORTnum : WORD:= 502;  
bFUNCTIONCODE : BYTE:=23;  
StartREAD_ADDRESS : WORD:=0;  
RegsToREAD_QUANTITY : WORD:=8;  
StartWrite_ADDRESS : WORD:=12288;  
RegsToWrite_QUANTITY : WORD:=8;  
InData : ARRAY [1..8] OF WORD;  
OutData : ARRAY [1..8] OF WORD;  
START : BOOL:=TRUE;  
RESET : BOOL;  
ready : BOOL;  
errCode : WORD;
```

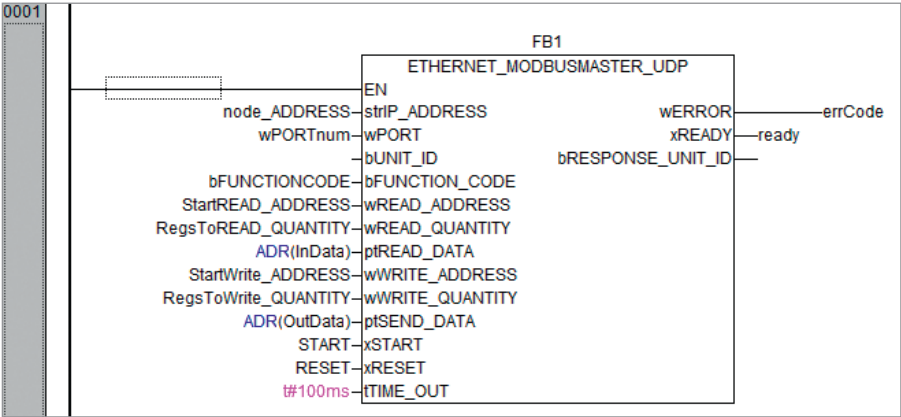


Рис. 6. Программа Master-контроллера

массива *OutData* записывает значения в дискретный модуль вывода 750-1504, второй – в модуль аналогового вывода 750-560.

В рассмотренном примере аналого-вые и дискретные входные данные счи-

тываются в один массив *InData*, что, возможно, не очень удобно. Для разделения этих данных можно использовать несколько экземпляров функционального блока *ETHERNET_MODBUSMASTER_UDP* с разными кода-

0001	fb1
0002	node_ADDRESS = '192.168.102.96'
0003	wPORTnum = 502
0004	bFUNCTIONCODE = 23
0005	StartREAD_ADDRESS = 0
0006	RegsToREAD_QUANTITY = 8
0007	StartWrite_ADDRESS = 12288
0008	RegsToWrite_QUANTITY = 8
0009	InData
0010	InData[1] = 12848
0011	InData[2] = 3
0012	InData[3] = 0
0013	InData[4] = 0
0014	InData[5] = 0
0015	InData[6] = 0
0016	InData[7] = 0
0017	InData[8] = 0
0018	OutData
0019	OutData[1] = 7
0020	OutData[2] = 15000
0021	OutData[3] = 0
0022	OutData[4] = 0
0023	OutData[5] = 0
0024	OutData[6] = 0
0025	OutData[7] = 0
0026	OutData[8] = 0
0027	START = TRUE
0028	RESET = FALSE
0029	ready = FALSE
0030	errCode = 0

Рис. 7. Обмен данными между двумя контроллерами

ми функции Modbus (входной параметр bFUNCTION_CODE). Аналогично можно поступить и с выходными данными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведённый пример наглядно показывает, насколько просто можно организовать связь между двумя ПЛК WAGO по протоколу Modbus. А наличие специализированных библиотек делает данный процесс интуитивно понятным, не требующим лишних и точных действий от разработчика. ●

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисенко В.В. Протоколы и сети Modbus и Modbus TCP // Современные технологии автоматизации. — 2010. — № 4.
2. ModbusEthernet_04.lib [Электронный ресурс] // Сайт компании WAGO. — Режим доступа : http://www.wago.us/appnoteadmin/libraries23/ModbusEthernet_04/public/ModbusEthernet_04_en.pdf.
3. WAGO-I/O-SYSTEM 750 Ethernet Programmable Fieldbus Controller 750-880, 750-880/025-000 : Manual [Электронный ресурс] // Сайт компании WAGO. — Режим доступа : http://www.wago.us/media/us/collection/products/gamechanger/m07500880_00000000_0en.pdf.

**Автор – сотрудник
фирмы ПРОСОФТ
Телефон: (495) 234-0636
E-mail: info@prosoft.ru**

НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ НОВОСТИ

Новости ISA

В сентябре делегация студентов Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения (ГУАП) во главе с членом Российской секции ISA, профессором, доктором технических наук, заведующим кафедрой информационно-сетевых технологий ГУАП Л.А. Осиповым приняла активное участие в работе международной научно-технической конференции «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации», которая ежегодно проводится в Алуште. В программу конференции было включено более 200 докладов, основную часть которых представили молодые специалисты, аспиранты и студенты. Круг проблем, обсуждаемых в работе 10 секций, включал разные темы: интеллектуальные системы управления, беспилотные летательные аппараты, информационные технологии в различных областях приборостроения. Студенты ГУАП достойно представили вуз. Лучшими были признаны доклады М. Ивановой, А. Сергеева, А. Бобиной, А. Кима, М. Гусмановой и Д. Печенина. Они награждены почётными дипломами и ценными подарками.

20 сентября в КВЦ «ЭкспоФорум» в Санкт-Петербурге торжественно открылись X Петербургский международный инновационный форум, XXI Международный форум «Российский промышленник», а также общегородская ярмарка вакансий и учебных рабочих мест. В церемонии открытия приняли участие губернатор Санкт-Петербурга Георгий Полтавченко, статс-секретарь — заместитель министра экономического развития РФ Олег Фомичёв, председатель Правления ООО «УК «Роснано» Анатолий Чубайс, президент Союза промышленников и предпринимателей Санкт-Петербурга Анатолий Турчак и генеральный директор ООО «ЭкспоФорум-Интернэшнл» Сергей Воронков. В рамках этой выставки ГУАП представил студенческие разработки в экспозиции, организованной Комитетом по науке и высшей школе. Тематикой экспозиции, демонстрирующей передовые достижения и инновационные разработки вузов и научных организаций, стал «Год экологии». Студентов и их работы представляли ректор ГУАП, президент Российской секции ISA 2014 года Юлия Антохина и активные члены Российской секции ISA — начальник управления информатизации ГУАП Антон Сергеев и доцент кафедры электромеханики и робототехники ГУАП Сергей Солёный. Анатолий Чубайс особо заинтересовался автоматизированной системой очистки солнечных батарей, представленной Институтом инновационных технологий в электромеханике и робототехнике ГУАП. Председатель Правления ООО «УК «Роснано» отметил высокое практическое значение и востребованность данной разработки и предложил свою помощь в поиске заказчиков.



Осмотр экспозиции ГУАП в «ЭкспоФоруме»

Активный член Российской секции ISA, директор института инновационных технологий в электромеханике и робототехнике ГУАП, профессор В.Ф. Шишлаков преподнёс в дар центру знаний ISA в РФ изданные в 2017 г. книги «Электроэнергетические системы и сети» и «Основы электроснабжения объектов отрасли» (авторы В.Ф. Шишлаков, О.Я. Солёная, С.В. Солёный).

Активные члены Российской секции ISA Ю.А. Антохина, ректор ГУАП, президент Российской секции 2014 года, и Е.Г. Семёнова, директор института инноватики и базовой магистерской подготовки ГУАП, президент Российской секции ISA 2011 года, преподнесли в дар центру знаний ISA в РФ изданные в 2017 г. книги «Управление рисками инновационной деятельности в радиоэлектронной промышленности» (авторы Ю.А. Антохина, А.Г. Варжапетян, Н.Н. Иванов, Е.Г. Семёнова, А.В. Фомина) и «Информационная поддержка процессов улучшения качества технических объектов» (авторы Ю.А. Антохина, А.Г. Варжапетян, Е.Г. Семёнова).

С 25 по 27 октября в ГУАП был проведён отборочный этап чемпионата по стандартам WorldSkills Russia (WSR, союз «Молодые профессионалы»). Открыл чемпионат президент ГУАП, Глава представительства ISA в РФ А.А. Оводенко. Большую работу по организации и проведению чемпионата провёл оргкомитет во главе с ректором ГУАП Ю.А. Антохиной. Соревнования проходили по 5 компетенциям, 4 из которых относятся к категории FutureSkills (профессии будущего): Интернет вещей, корпоративная защита от внутренних угроз информационной безопасности, организация эффективного производства, инженерия космических систем, программные решения для бизнеса. Необходимо отметить, что ГУАП лидирует в рамках инициативы WSR FutureSkills по созданию профессий будущего и опережающей подготовке кадров. В 2017 году совместно со своими партнёрами вуз подготовил 2 новые компетенции. Группа компаний InfoWatch выступила индустриальным партнёром ГУАП в разработке компетенции «Корпоративная защита от внутренних угроз информационной безопасности»,

которая была представлена в программе IV Национального чемпионата сквозных рабочих профессий высокотехнологичных отраслей промышленности WorldSkills Hi-Tech 2017 в Екатеринбурге. Участвовать в чемпионатах WorldSkills могут не только студенты, но и молодые специалисты компаний реального сектора экономики. Всё это в совокупности и определяет актуальность инициативы WSR FutureSkills, а следовательно, и интерес к ней со стороны индустрии и вузов.

Члены Российской студенческой секции ISA, аспиранты ГУАП А. Курлов, В. Казаков, В. Лосев, и студент ГУАП А. Параскун, стали победителями конкурса грантов для студентов и аспирантов вузов, отраслевых и академических институтов, расположенных на территории Санкт-Петербурга. ●

Сотрудничество компаний ADLINK и VMware ускорит внедрение IoT

Компания **ADLINK Technology** объявила о начале сотрудничества с **VMware**, целью которого станет предоставление клиентам обеих компаний комплексного решения для Интернета вещей (IoT). Новое партнёрство позволит разра-

ботчикам лучше ориентироваться в выборе аппаратных и программных компонентов для типовой IoT-архитектуры. На конференции VMworld 2017 в Лас-Вегасе компания ADLINK также представила «живую» демонстрацию периферийных IoT-решений.

В настоящее время организации, занимающиеся внедрением IoT, обращают внимание на сложность выбора поставщиков как на серьёзную проблему интеграции. По данным агентства Гартнер, до 2018 года 75% IoT-проектов потребуют в два раза больше времени, чем планировалось, с соответствующими финансовыми последствиями.

Из-за отсутствия единого IoT-решения предприятия вынуждены рассматривать много различных предложений, а затем инвестировать средства и тратить время на их поддержку, что является основным ограничивающим фактором внедрения IoT.

VMware и ADLINK станут предлагать своим клиентам проверенные IoT-решения, в которых будут представлены все необходимые аппаратные средства, программное обеспечение и услуги. Помимо этого, компании предполагают осуществление совместной рыночной деятельности.

Компания ADLINK, являясь ведущим производителем оборудования сегмента Edge Computing, предлагает сетевые узлы, позволяющие создавать масштабируемые IoT-системы. Основываясь на своём огромном опыте в области встраиваемых компьютерных технологий, ADLINK предоставляет аппаратные средства и расширенные программные возможности, необходимые для многопроцессорной многоуровневой связи, в комплексных IT/OT бизнес-решениях. Благодаря своим стратегическим партнёрам VMware, OSIssoft и IBM компания ADLINK упростит и поможет ускорению развёртывания корпоративных IoT-систем.

Компания VMware недавно представила VMware Pulse IoT Center, который станет обеспечивать потребности IoT-инфраструктуры в мониторинге, управлении и безопасности на всём протяжении информационного потока от клиента до облака.

Кроме того, центр VMware Pulse IoT упростит внедрение IoT, управляя всеми объектами как единым целым, повысит надёжность и безопасность IoT-инфраструктуры за счёт точной и реальной картины состояний устройств, ускорит рентабельность использования приложений IoT путём их оптимизации. ●