

ления данных. Это помогает уменьшить процент брака и улучшить качество продукции. Информация о технологическом процессе предоставляется в полном объеме с помощью системы VS Automation Data Analytics. Она собирает исторические данные и записывает их в базу данных, а также выводит значения тегов в удобном табличном виде в соответствии с пользовательскими настройками.

VS Automation Data Analytics не ограничивает число ежедневно создаваемых отчетов. Сгенерированные данные могут быть экспортированы в файлы таких форматов, как HTML, PDF, Excel и CSV.

Заключение

Проекты, разрабатываемые специалистами «Визутех Систем», охватывают широкий спектр сложности от простейших решений на базе ПЛК и систем управления с визуализацией (например, распределенных си-

стем управления) до полномасштабных SCADA-систем.

Продукты «Визутех Систем» могут быть использованы как независимо, так и в виде единой системы автоматизированного управления для любых отраслей промышленности.

Специалисты компании «Визутех Систем» оказывают услуги по разработке и подбору программного решения для автоматизации конкретного производства, его внедрению и дальнейшему сопровождению.

Список литературы

1. *Ицкович Э.Л.* Методы комплексной автоматизации производства предприятий технологических отраслей, М: КРАСАНД, 2013. 232 с.
2. *Елизаров И. А., Третьяков А. А., Пчелинцев А. Н. и др.* Интегрированные системы проектирования и управления: SCADA-системы. Уч. пособие. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. 160 с.

*Ушаков Денис Викторович — руководитель направления VS Automation ООО «Визутех Систем»,
Костюк Виктория Викторовна — технический писатель ООО «Визутех Систем».*

Контактный телефон +375 29 3887078.

E-mail: info@visutechsystem.by

http://visutechsystem.by

О РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА IIoT НА ПРЕДПРИЯТИЯХ СИБУРА

В.С. Ежов (Компания СИБУР)

В рамках программы по цифровой трансформации производственных и бизнес-процессов в СИБУР требовалось решить задачи автоматизации ручных процессов контроля за оборудованием и сбора данных, которые могут быть использованы для принятия решений в области управления технологическими процессами. В качестве инструмента для решения этих задач был выбран стек технологий IIoT. Рассмотрены этапы выполнения этого проекта, его итоги и перспективы развития.

Ключевые слова: Industrial Internet of Things, цифровизация, нефтехимия и нефтепереработка, датчики, контроль за оборудованием, сбор данных, аналитическая платформа.

Предпосылки к автоматизации контроля оборудования

В конце 2017 г. нефтехимическая компания СИБУР объявила о старте большой программы по цифровой трансформации производственных процессов. Технология Industrial Internet of Things (IIoT) была выбрана в качестве одного из ключевых инструментов для решения этих задач.

Проект стартовал с изучения всех технологических процессов предприятия. Внимание проектной команды привлек неавтоматизированный процесс контроля огромного числа единиц оборудования: сотрудники регулярно ходят по установкам и выполняют рутинные операции — трогают трубы и корпуса подшипниковых узлов, чтобы измерить температуру, собирают показания со счетчиков, расходомеров,

манометров и записывают карандашом в журналы, виброручками замеряют вибрацию в ходе многочасовых обходов. До старта проекта из-за отсутствия возможности контролировать on-line такие огромные объемы оборудования сохранялись риски, а периодически и возникали случаи выхода оборудования из строя, что влекло за собой в лучшем случае затраты на восстановление, а в худшем — еще и останов производства с потерей прибыли.

Факты производственной необходимости, а также технологические возможности, позволившие в последнее время значительно удешевить IIoT решения, легли в основу расчета экономического эффекта проекта автоматизации контроля оборудования на базе IIoT¹, которые показали, что за приемлемую стоимость воз-

¹ Отметим несколько инновационных направлений, которые позволили на порядок удешевить технологию IIoT. Во-первых, это массовое развитие LPWAN - беспроводных сетей с очень низким энергопотреблением. Во-вторых, это в разы снизившаяся стоимость микроконтроллеров и радиомодулей для построения IIoT-устройств. Наконец, это развитие современного стека технологий Big Data, сделавшее обработку и хранение данных целесообразными по цене.

можно поднять уровень автоматизации, повысив надежность и улучшив показатели производства.

Датчики вместо рук: как запускали IIoT в СИБУРе

Когда экономический эффект стал понятен, приступили к составлению технического задания. Привлекли технологов, метрологов, сменный персонал для определения необходимых точек контроля. В результате анализ потребностей выявил, что 90% точек контроля закрываются двумя типами датчиков: температуры и вибрации.

После определения требуемого числа датчиков на каждое предприятие пришло понимание о том, что для реализации проекта требуется сеть, характеризующаяся значительной емкостью по числу подключаемых устройств. Причем беспроводная, так как протянуть столько проводов во взрывоопасных зонах будет стоить дороже самих датчиков. Сам протокол передачи данных должен быть максимально энергоэффективным, чтобы сотрудники, которые раньше трогали руками трубы, не превратились в тех, кто меняет батарейки в датчиках. В результате была выбрана сеть LoRaWAN, которая становится де-факто стандартом IIoT-сетей для сбора данных небольшого объема. Основные преимущества беспроводных сетей LoRaWAN обусловлены использованием широкополосной модуляции LoRa и нелицензируемых диапазонов частот. Сети LoRaWAN:

- совместимы с уже развернутыми на предприятиях сетями/технологиями беспроводной передачи данных;
- обладают высокой помехоустойчивостью;
- способны обслуживать десятки тысяч устройств;
- обеспечивают большую зону покрытия и хорошее проникновение сигнала в условиях промышленных установок;
- работают с радиомодулями оконечных устройств, обладающих низким энергопотреблением.

Техническое задание на проект было составлено и утверждено с привлечением корпоративных ИТ-архитекторов и специалистов информационной безопасности, чтобы разрабатываемое решение стало стандартизированным для всей компании.

Препятствия на пути реализации проекта

Первая сложность появилась еще до ввода проекта в эксплуатацию — это отсутствие взрывозащищенных датчиков, поддерживающих протокол LoRaWAN, под климатические требования производств СИБУРа. Взрывозащита гарантирует, что сложное техническое устройство не станет причиной возникновения искры и не станет причиной пожара или взрыва на производственных участках. В сертификате взрывозащиты указывается температура окружающей среды, при которой устройство сохраняет свои взрывозащитные свойства. У всех существовавших на момент старта проекта LoRaWAN-устройств этот параметр был на уровне -20°C или -40°C в лучшем случае. Уста-

новки на производствах СИБУРа работают на открытом воздухе при температурах до -56°C . Поэтому для применения IIoT на всех предприятиях компании, расположенных в Тобольске, Томске, Нижневартовске и других городах с холодными зимами, датчики были разработаны силами штатных и подрядных специалистов по техническому заданию, составленному специалистами СИБУРа специально для нужд российских нефтехимических предприятий.

Второй сложностью было отсутствие опыта внедрения таких решений. Для обучения людей монтажу и настройке датчиков был оборудован учебный класс в комплексе «СибурИнтех» в Тобольске. Это позволит избежать ошибок при тираже датчиков.

И, наконец, сложности возникли с работой беспроводной сети в условиях железобетонных и металлических конструкций нефтехимических установок. Приходилось по ходу пилотных проектов буквально доустанавливать базовые станции. Согласно спецификации, LoRaWAN только в поле имеет свои 5+ километров покрытия. На заводе с учетом всех металлоконструкций гарантировано только 300 ...500 м. Но и это очень неплохо по сравнению с другими протоколами.

Перед установкой датчиков на объекте было проведено радиообследование с замером уровней сигналов, в результате которого были определены места установки базовых станций для равномерного покрытия LoRaWAN сетью территории заводов.

Датчики контроля температуры и вибрации: а что внутри

Техническое задание на разработку датчиков создавалось так, чтобы максимально использовать существующие на рынке компоненты: корпуса, сенсоры, элементы питания, электронику. Компании было важно максимально быстро вывести решение в тираж, поэтому не было времени ждать изготовления, например, пресс-форм для корпусов кастомизированного дизайна. И затраты на это вряд ли окупятся бы в масштабах проекта внутри СИБУРа.

Подход себя оправдал. Были разработаны датчики для контроля температуры агрегатов в суровых климатических условиях на предприятиях нефтехимической отрасли. Показания температуры, измеряемые выносным сенсором различной формы, передаются по протоколу LoRaWAN. Датчики размещаются на теплоспутниках и обладают необходимой в данных условиях взрывозащитой, характеризуются рабочим температурным диапазоном $-56...50^{\circ}\text{C}$, что важно для оборудования, находящегося на открытых установках. При этом датчики могут измерять температуру оборудования в диапазоне $-55...125^{\circ}\text{C}$. Для контроля более горячих агрегатов будет применяться специальная версия датчика контроля температуры и вибрации, который уже разрабатывается и тестируется СИБУром и начнет использоваться в 2020 г. Кроме того, новые датчики характеризуются низким энергопотреблением, большой срок работы от автономного источника — при стандартном режиме работы датчика



Рис. 1. Датчики контроля температуры ExT-01

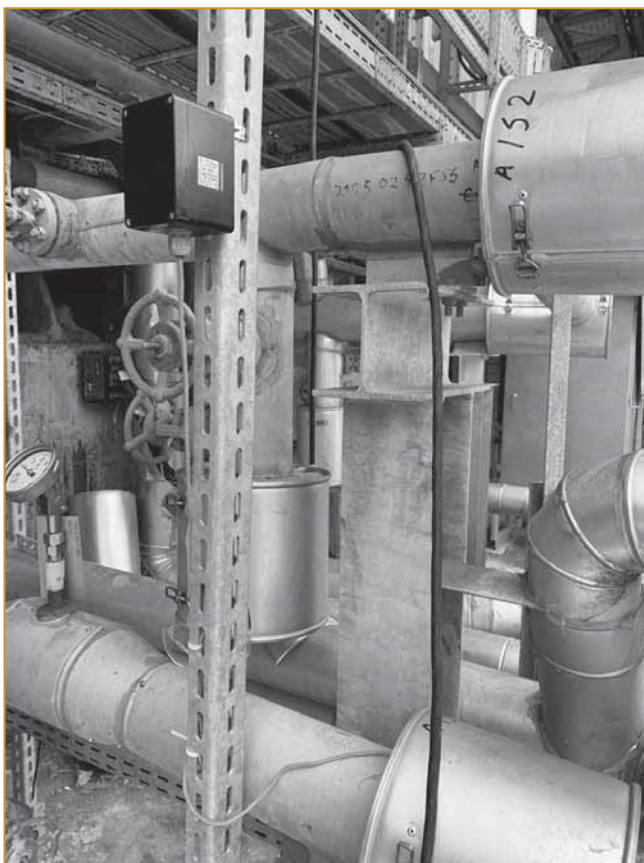


Рис. 2. Датчик на установке

батареи хватает на 5 лет. Все настройки датчика можно проводить удалённо через IoT платформу, которую разработала внутренняя IoT команда СИБУР. Высокая доля отечественных комплектующих позволила сохранить невысокую стоимость изделия и низкую зависимость от импорта. В настоящее время уже подана заявка на получение патента на датчики (рис. 1).

² Protocol Buffers — протокол передачи структурированных данных, предложенный Google как эффективная бинарная альтернатива текстовому формату XML. Разработчики сообщают, что Protocol Buffers проще, компактнее и быстрее, чем XML, поскольку осуществляется передача бинарных данных, оптимизированных под минимальный размер сообщения.

Первая партия из 190 датчиков контроля температуры была установлена на «ЗапСиб-Нефтехиме» спустя всего 11 месяцев с даты начала разработки (рис. 2). При этом датчики имели к тому моменту все необходимые сертификаты: взрывозащиты и электромагнитной совместимости. Был пройден полный цикл лабораторных испытаний, изменений схемотехники и снова испытаний до тех пор, пока датчики уверенно не заработали при температуре $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$. И датчики не подвели, первая зима на открытых установках в Тобольске прошла без проблем для всех 190 устройств.

Корпуса датчиков были взяты из ассортимента российского производителя взрывозащищенных корпусов. Корпус сделан из армированного полиэстера и оснащен взрывозащищенным кабельным вводом для сенсора. Крышка корпуса съемная, для замены элементов питания.

Сенсоры изготавливает также российская компания, поставляя их на сборочное производство уже корпусированными в гильзы необходимого формфактора и с взрывобезопасным проводом необходимой длины. Обычно длина провода составляет 3...10 м, что зависит от конкретного проекта установки датчика.

Сенсор к печатной плате устройства крепится пайкой на заводе-изготовителе. От разборного разъема пришлось отказаться, так как во взрывозащищенном исполнении он стоит очень дорого и в процессе эксплуатации может окисляться, приводя к потере сигнала от сенсора.

Печатные платы и вся схемотехника — собственной разработки СИБУР, так как требовалось обеспечить надежную работу электронных компонентов при $-56\text{ }^{\circ}\text{C}$. Напомним, что требуемые электронные компоненты не выпускаются в промышленном исполнении и имеют заявленный производителем нижний порог в $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. При использовании «банального подогрева» батарейка датчика села бы очень быстро. В СИБУР используется подогрев, но не простой. Решение в процессе патентования.

Элементы питания — литий-тионилхлоридные (LiSOCL₂) или литий-диоксидмарганцевые (LiMnO₂), так как только они работают почти без потери емкости в условиях низких температур. В прошивке датчиков реализован механизм депассивации батареек, а конструкцией обеспечена оптимальная ориентация в пространстве с целью обеспечения максимального срока службы батареек.

Чип LoRaWAN, микроконтроллеры и электронные компоненты выбраны из стандартных IoT-линеек.

Протокол обмена данными с сервером разработан специалистами СИБУР на основе google protobuf². Это позволяет значительно упростить интеграцию

датчиков новым заказчикам, так как сообщения не надо разбирать и структурировать вручную. Также протокол поддерживает управление датчиком командами с сервера: меняется интервал отправки данных, режим работы датчика.

Но в проекте используются не только датчики собственной разработки. Своя разработка охватила только самые востребованные типы датчиков: температуры и виброконтроля, доля которых составляет 90% в необходимом числе на тираже.

Остальные 10% — это либо готовые IoT-датчики, либо стандартный КИП, подключенный через LoRaWAN-конвертеры интерфейсов. Замену им разрабатывать экономически нецелесообразно из-за малой доли в общем объеме и большого ассортимента.

IoT Платформа СИБУР

IoT-платформа развернута локально на сервере предприятия и поддерживает подключение любых LoRaWAN-устройств. В составе платформы:

- сетевой сервер для управления LoRaWAN сетью;
- программная часть сервиса (backend) собственной разработки, в том числе модуль интеграции с корпоративным озером данных;
- локальное хранилище данных небольшой глубины;
- клиентская сторона пользовательского интерфейса к программно-аппаратной части сервиса (frontend), обеспечивающая взаимодействие пользователя с системой через Web-интерфейс.

Платформа разворачивается на каждом заводе локально, чтобы даже в случае обрыва внешнего соединения с заводом, система сохраняла работоспо-

собность. Но на предприятии не хранится большая глубина исторических данных. Исторические данные с каждого завода отправляются в озеро данных³ в централизованном корпоративном дата-центре, где хранится история за все время жизни системы. Данные, поступающие от IoT устройств, могут быть получены из озера данных инструментами Data-driven — подхода управления, основанного на интеграции данных в основные бизнес-процессы, такими как модели-советчики, предиктивная аналитика.

В СИБУРе представленное решение уже доказало свою экономическую эффективность, повысило уровень автоматизации и позволило пересмотреть процессы эксплуатации производств.

Перспективы

Проект будет развиваться: предусмотрен тираж на все существующие производства компании и включение на этапе проектирования в состав решений новых заводов.

Продолжаются поиски новых кейсов с новыми типами датчиков, а возможно, и управляющих устройств. Разработанная система к этому готова, равно как и к выдаче данных любым внутренним инструментам.

В связи с этим компания СИБУР готова предложить опробованные на своей площадке решения внешним заказчикам. У большинства компаний нефтегазовой отрасли одни и те же задачи и требования к оборудованию. И решив свои задачи, СИБУР может фактически без доработок системы предложить имеющиеся наработки другим участникам рынка.

*Ежов Василий Сергеевич — владелец продукта IoT в СИБУР.
Контактный телефон +79060395852
E-mail: ezhovvs@sibur.ru*

Приборы Galileosky контролируют температуру перевозок товаров

Товары брендов «Село Зелёное», «Молочная речка», «Глазовская птица» и «Топтыжка» теперь перевозят, используя терминалы Galileosky. Они позволяют сохранять свежесть пищевых продуктов и контролировать расход топлива.

Специалисты компании-интегратора «Урал Инновации» установили беспроводные датчики температуры и света в начало и в конец рефрижератора, ближе к дверям. При их открытии теперь можно отслеживать разницу значений температуры и предотвращать порчу продуктов. В проекте использовался встроенный датчик температуры и высокоточный датчик освещенности, а их работа настраивалась через технологию Galileosky Easy Logic.

Для контроля топлива интегратор использовал терминал Galileosky 7.0 и датчики уровня топлива «Эскорт BLE», подключив и настроив их с помощью приёмной базы для связи с другими датчиками.

Прогнозируемый период окупаемости решения, которое включает в себя датчик уровня топлива, терминал, установку и настройку, составил 2 мес. для каждого из оборудованных автомобилей.

Решение на базе терминалов Galileosky и температурных датчиков позволило выстроить целую систему контроля климата в спецтранспорте. Кроме того, импульсные расходомеры и датчики уровня топлива помогают предприятию контролировать использование горючего, а также исключить факты нецелевого использования техники.

В проекте выбраны терминалы Galileosky из-за возможности считывания CAN-шины и подключения по интерфейсам RS-485/232 с перспективой на то, что в дальнейшем он будет необходим для интеграции с тахографом и подключения камеры.

<https://7gis.ru>

³ Data Lake (Озеро данных) — это метод хранения данных системой или репозиториум в натуральном формате, который предполагает одновременное хранение данных в различных схемах и форматах. Идея озера данных в том, чтобы иметь логически определенное, единое хранилище всех данных в организации, начиная от сырых, необработанных исходных данных до предварительно обработанных данных, которые используются для различных задач.