

формационную систему может быть невозможен или затруднен.

В этом случае требуется, чтобы информационная система поддерживала технологии организации распределенных вычислений, реализуемые без прямого соединения с серверной частью (off-line). Как правило, такой способ предполагает, что клиентское рабочее место все равно запрашивает услуги серверной части информационной системы, но делает это не в режиме реального времени. То есть любое клиентское рабочее место в таком режиме не выпадает из целостной системы и остается ее частью, но его взаимодействие с системой должно происходить на основе иных принципов, нежели в режиме прямого соединения.

В таком варианте организации распределенных вычислений многие программные продукты предлагают так называемые «мобильные решения», основанные на использовании персоналом носимых мобильных устройств, оснащенных соответствующим автономным ПО. Причем в случае регистрации дефектов и отказов речь идет не только об оперативном персонале, но и о любых участниках процессов управления активами, имеющих доступ в информационную систему, потому как дефект или отказ может быть обнаружен любым участником процесса, а не только теми, кто непосредственно задействован в оперативных мероприятиях.

Например, в ЕАМ-системе TRIM [6] работа с мобильным решением организована следующим образом. Информационная система заранее подготавливает минимально необходимый набор исходных данных, достаточный для выполнения персоналом тех или иных функций с помощью мобильного устройства — ввод отчета о выполнении работы, регистрация технических параметров оборудования и т. д. Подготовленные данные предварительно (перед началом работ в зоне, где исключен прямой доступ в систему) выгружаются на носимое мобильное устройство, где должно быть установлено соответствующее автономное ПО.

С этим мобильным устройством оперативный персонал выполняет все действия в соответствии с регламентом своей работы, параллельно регистрируя в нем соответствующую информацию. При этом автономное ПО позволяет зарегистрировать дефект или отказ с помощью мобильного устройства и без предварительной подготовки исходных данных.

После завершения всех действий и регистрации данных на мобильном устройстве оперативный персонал должен обеспечить его повторное взаимодействие с информационной системой, чтобы накопленные данные были переданы в систему и обработаны в ней. Такая организация распределенных вычислений характерна для обходов или осмотров оборудования, которые выполняются оперативным персоналом по заданному в информационной системе графику (рис. 4).

Поскольку предполагается взаимодействие пер-

Для вычисления истинной стоимости не существует никакой формулы. Вы просто должны хорошо знать тот бизнес, в котором собираетесь покупать пакет акций.

Ж. Адамар

сонала с системой параллельно с выполнением своих обязанностей или непосредственно в процессе их выполнения, интерфейс автономного ПО на мобильных устройствах должен быть максимально упрощен. Чаще всего речь идет об интерфейсе «одной кнопки», чтобы пользователь мог выполнять действия за одно-два нажатия на манипулятор или прикосновения к экрану без применения сложных процедур выбора и поиска.

Мобильные решения также развиваются в направлении автоматизации ввода данных, что позволяет минимизировать перечень выполняемых пользователем операций. Пример реализации — получение части данных непосредственно мобильным устройством с использованием геолокации, считывателей штрих-кодов и QR-кодов, а также меток RFID (Radio Frequency Identification — радиочастотная идентификация), размещаемых на оборудовании. Эти методы являются также дополнительными средствами контроля, позволяющими убедиться, что персонал реально выполнял действия с мобильным устройством, а не имитировал их выполнение.

Для взаимодействия мобильных устройств и установленных на них автономных приложений с основной информационной системой обычно используются простейшие и доступные способы обмена данными. Как правило, это беспроводной обмен данными по протоколу Wi-Fi либо проводное соединение через шину USB (Universal Serial Bus — универсальная последовательная шина).

Организация распределенных вычислений с применением мобильных устройств является достаточно эффективной, пока речь идет об относительно простых действиях персонала, которые могут быть обработаны автономным ПО на мобильном устройстве. Усложнение операций может привести к тому, что вычислительные мощности автономного мобильного устройства, а также состав и объем доступных данных станут недостаточными. И в данном случае ограниченность доступной вычислительной мощности является критичной, так как оперативность обработки данных принципиально важна, а ее отсутствие может сделать реализацию соответствующего процесса бессмысленной.

Кроме того, двусторонний обмен данными между информационной системой и мобильным устройством не происходит мгновенно, и имеет некоторую временную задержку. Если этот интервал времени существенен по отношению к развивающимся процессам, часть ранее переданных и обработанных данных

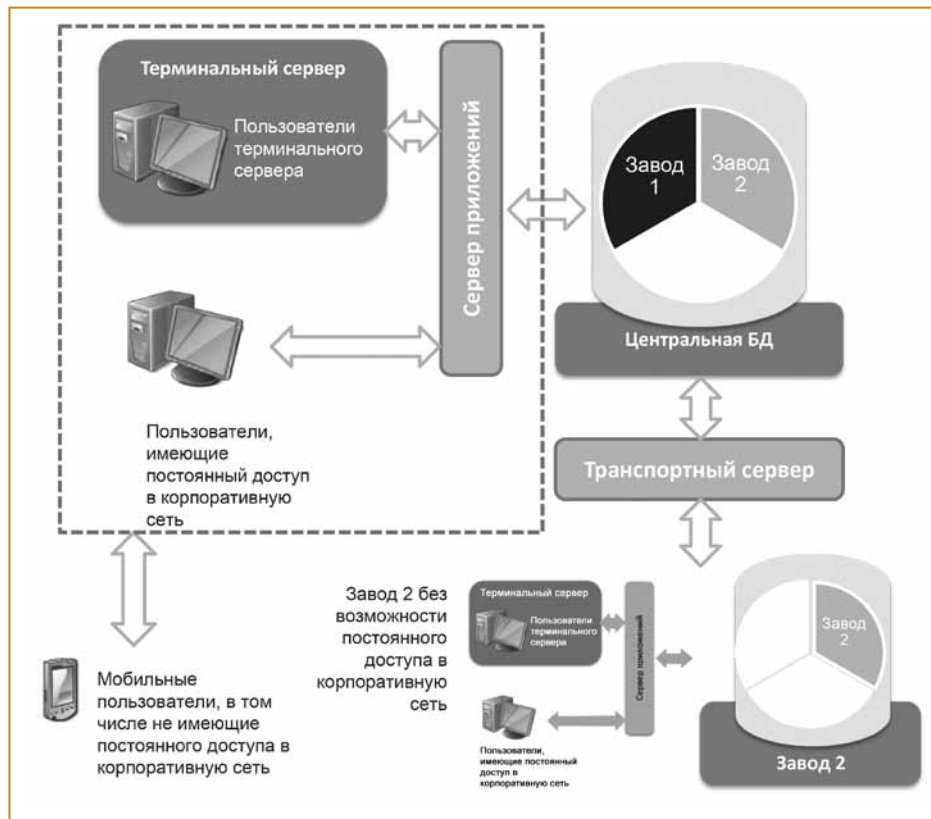


Рис. 5. Пример схемы организации распределенных вычислений в полномасштабной системе с использованием on-line и off-line соединений

может потерять свою актуальность. Поэтому имеет смысл предусмотреть соответствующие процедуры контроля и коррекции данных в протоколе обмена данными между информационной системой и мобильным устройством.

Следует также заметить, что в наших реалиях автономные действия могут потребоваться не только отдельным оперативным бригадам, но и целым производственным участкам или филиалам, где комплекс решаемых задач может не уступать по масштабам задачам, решаемым центральной информационной системой. Кроме того, сам производственный процесс может предусматривать длительное автономное функционирование части физических активов, например, в судоходных компаниях судно, находящееся в плавании, не имеет прямой связи с офисом в режиме реального времени (или организация такой связи требует существенных материальных затрат). Тогда в состав такой автономной части информационной системы могут входить уже не только отдельные клиентские рабочие места, но целые блоки рабочих мест, имеющие свои серверы, с которыми они могут взаимодействовать в режиме реального времени (при этом, что остальная часть системы в режиме реального времени им не доступна). В такой конфигурации всю информационную систему можно представить как сеть взаимодействующих блоков — узлов, каждый из которых может представлять собой автономную информационную систему со сложной организацией

распределенных вычислений. В тривиальном случае узел может представлять собой одно рабочее место, построенное на базе автономного стационарного или мобильного программного комплекса (рис. 5).

Тогда единая БД информационной системы включает не только БД одного (пусть даже и основного) узла, но объединяет все БД, располагающиеся на всех узлах в составе всей информационной системы. В этом случае можно говорить о распределенной БД. Пример реализации технологии распределенной БД мы видим в EAM-системе TRIM [6].

Потребность в использовании распределенной БД в условиях крупных промышленных предприятий отнюдь не редкость. Она может появиться, не только исходя из наличия или отсутствия каналов связи с достаточной пропускной способностью,

которые могут обеспечить доступ к информационной системе в режиме реального времени. Еще одним из соображений к такому способу организации распределенных вычислений в сложной информационной системе являются вопросы надежности и безопасности: например, потеря канала прямой связи филиала с офисом не должна приводить к тому, что работа персонала филиала с информационной системой станет невозможной. Кроме того, здесь могут возникать вопросы, связанные с производительностью: нередки ситуации, когда стоимость программно-аппаратного комплекса нескольких серверов, каждый из которых обслуживает пользователей своего узла в информационной системе, ниже стоимости одного единого сервера, который мог бы обслуживать весь состав пользователей системы.

Таким образом, современная информационная система управления физическими активами должна предполагать возможность организации распределенных вычислений без прямой связи в режиме реального времени. И в этом случае любая такая система должна предлагать не только мобильные решения, но и решения, рассчитанные на работу с распределенной БД. Выбор конфигурации используемой информационной системы должен выполнять заказчик, исходя из своих возможностей и потребностей, учитывая все имеющиеся у него производственные и организационно-технические условия.

При реализации информационных систем на основе распределенной БД встает вопрос о протоколе взаимодействия узлов системы и обмена данными между БД узлов. Такое взаимодействие должно быть организовано на нескольких основополагающих принципах. Во-первых, протокол обмена данными не должен зависеть от типа канала обмена данными между узлами, так как заранее не известно, какой способ обмена данными между ними будет доступен. Это может быть и канал прямого обмена данными через глобальную или локальную сеть, обмен пакетами через электронную почту или файлами по одному из возможных протоколов (например, FTP — File Transfer Protocol, протокол передачи файлов). В предельном случае канал взаимодействия между узлами сети может полностью отсутствовать, тогда данные между ними должны передаваться путем прямого обмена сменными носителями данных. Во-вторых, объем данных, передаваемых на каждый узел сети, должен регулироваться потребностями этого узла и решаемыми на нем задачами. Такой подход призван исключить полное дублирование всех данных по всей сети, чтобы исключить замусоривание узловых БД ненужными данными и перегрузку каналов связи между узлами. Наконец, поскольку обмен данными предполагает ненулевые временные задержки между периодами обмена, должна быть предусмотрена процедура актуализации передаваемых и принимаемых данных с учетом времени и места их происхождения и маршрута передачи по всей сети.

Заключение

Таким образом, именно распределенные вычисления позволяют строить масштабные информаци-

онные системы управления физическими активами. Развитие технологий организации распределенных вычислений позволяет использовать мобильные платформы и максимально вовлекать оперативный персонал в процессы управления физическими активами.

Современные информационные системы управления физическими активами предлагают также организацию распределенных вычислений на базе мобильных решений для автономной работы персонала. Полномасштабные системы такого класса должны обладать также возможностью организации распределенной БД с автономными узлами в составе единой информационной системы.

Список литературы

1. Кац Б.А., Молчанов А.Ю. Управление производственными активами с помощью современных информационных технологий. Проблемы и решения // Автоматизация в промышленности. 2014. №8. С. 39-45.
2. Иорш В.И. Преимущества хорошего управления активами // Генеральный директор. Управление промышленным предприятием. 2015. №4. С. 18-25.
3. Кац Б.А. Взаимодействие информационной системы ТОиР с другими АСУ предприятия // Автоматизация в промышленности. 2013. №8. С. 43-46.
4. Данилов О., Скворцов Д., Свищула О. Автоматизация ТОиР. Хроника внедрений // Ресурс машиностроения: [сайт]. URL: <http://www.i-mash.ru/materials/automation/35654-avtomatizacija-toir.-khronika-vnedrenijj.html> (дата обращения: 27.06.2017).
5. Молчанов А.Ю. Системное программное обеспечение. Уч. для вузов. 3-е изд. СПб: Питер, 2010. 400 с.
6. Антоненко И.Н. ЕАМ-система TRIM: от автоматизации ТОиР к управлению активами // Автоматизация в промышленности. 2015. №1. С. 40-43.

Молчанов Алексей Юрьевич — канд. техн. наук, доцент, директор по разработкам ООО «НПП «СпецТек».
Контактный телефон +7 (812) 329-45-60.
E-mail: mill@spectec.ru