



Внедрение инноваций в сфере дорожного строительства

Кирилл Сметанников, Сергей Дудаков, Алевтина Бутина

В статье представлен опыт интеграции передовых технологий для автоматизации современных битумных терминалов, обеспечивающих хранение и производство высокотехнологичных битумов, применяемых в дорожном строительстве.

В статье описана реализация проекта автоматизации технологического процесса движения, хранения и производства битумных материалов на Уральском битумном терминале. Основное внимание при работе над проектом было сосредоточено на реализации нестандартных задач администрирования, мобильных приложений, рассылки СМС в масштабе предприятия. На рис. 1 изображена 3D-модель Уральского битумного терминала.

КРАТКИЙ ЭКСКУРС В СПЕЦИФИКУ БИТУМНОЙ ОТРАСЛИ

Дорожное строительство растёт невиданными темпами и каждый год продолжает набирать обороты. Одним из важнейших составляющих дорожного полотна выступает битум – производный от нефти продукт, который применяют как связующее вещество при производстве асфальта.

Современные высокотехнологичные битумы обеспечивают повышенный межремонтный срок эксплуатации, благодаря чему возможно сокращение расходов на прокладывание дорог и существенное повышение качества дорожного полотна. Но при этом для работы с современными битумами необходимо соблюдение целого ряда требований и условий для сохранения их улучшенных свойств.

Несмотря на то что битум производится в течение всего года, он является продуктом сезонного спроса, так как его потребление приходится на период проведения дорожных работ с мая по октябрь. Соответственно, в течение полугода битум необходимо где-то хранить.

В советское время для хранения битумов создавались так называемые битумные базы и крытые ямные битумохранилища, которые продолжают использоваться на территории стран СНГ.

При хранении в таких условиях качество битума значительно снижается за счёт проникновения грунтовых вод и дождевых осадков, что приводит к сильному обводнению продукта и к необходимости последующего выпаривания воды электрическими тэнами или открытым огнём, что влечёт за собой потерю эксплуатационных свойств, коксование и преждевременное старение продукта.

На Западе уже несколько десятилетий хранение является важным и ответственным этапом движения битума от производителя к потребителю. Применяемые технологии способствуют максимально быстрому нагреву битума без потери качества продукта.

К сожалению, у нас в стране даже в более-менее современных битумных хранилищах, в связи с отсутствием актуальной нормативной документации по их организации, наблюдаются серьёзные недостатки, ведущие к значительным потерям качественных характеристик продукта.

Изменение существующей парадигмы началось со строительства битумного терминала в Ростовской области, который был введен в эксплуатацию в 2014 году холдингом TA GROUP и рекомендовал себя образцовым объектом для битумной отрасли. Терминал стал первым высокотехнологичным производственно-логистическим комплексом для хранения и перевалки битумов, а также производства широкого ассортимента битумных материалов. В 2018 году объект был приобретен ООО «Газпромнефть – Битумные материалы» – оператором битумного бизне-

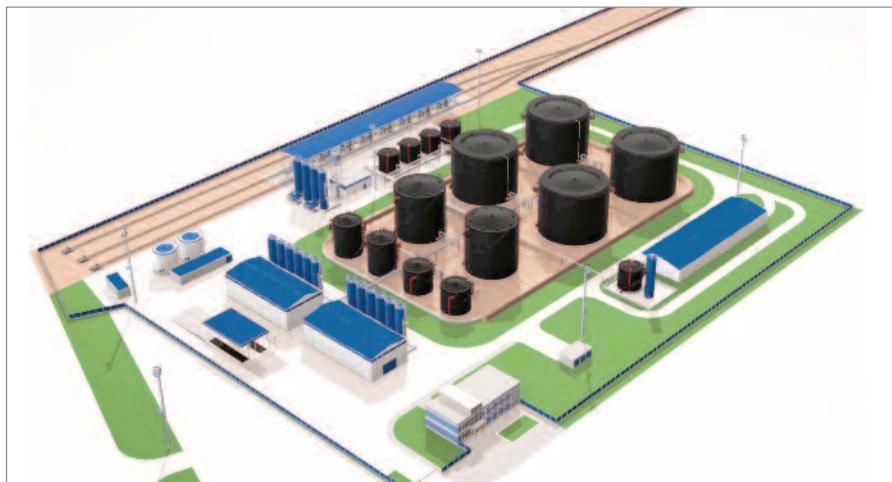


Рис. 1. 3D-модель Уральского битумного терминала

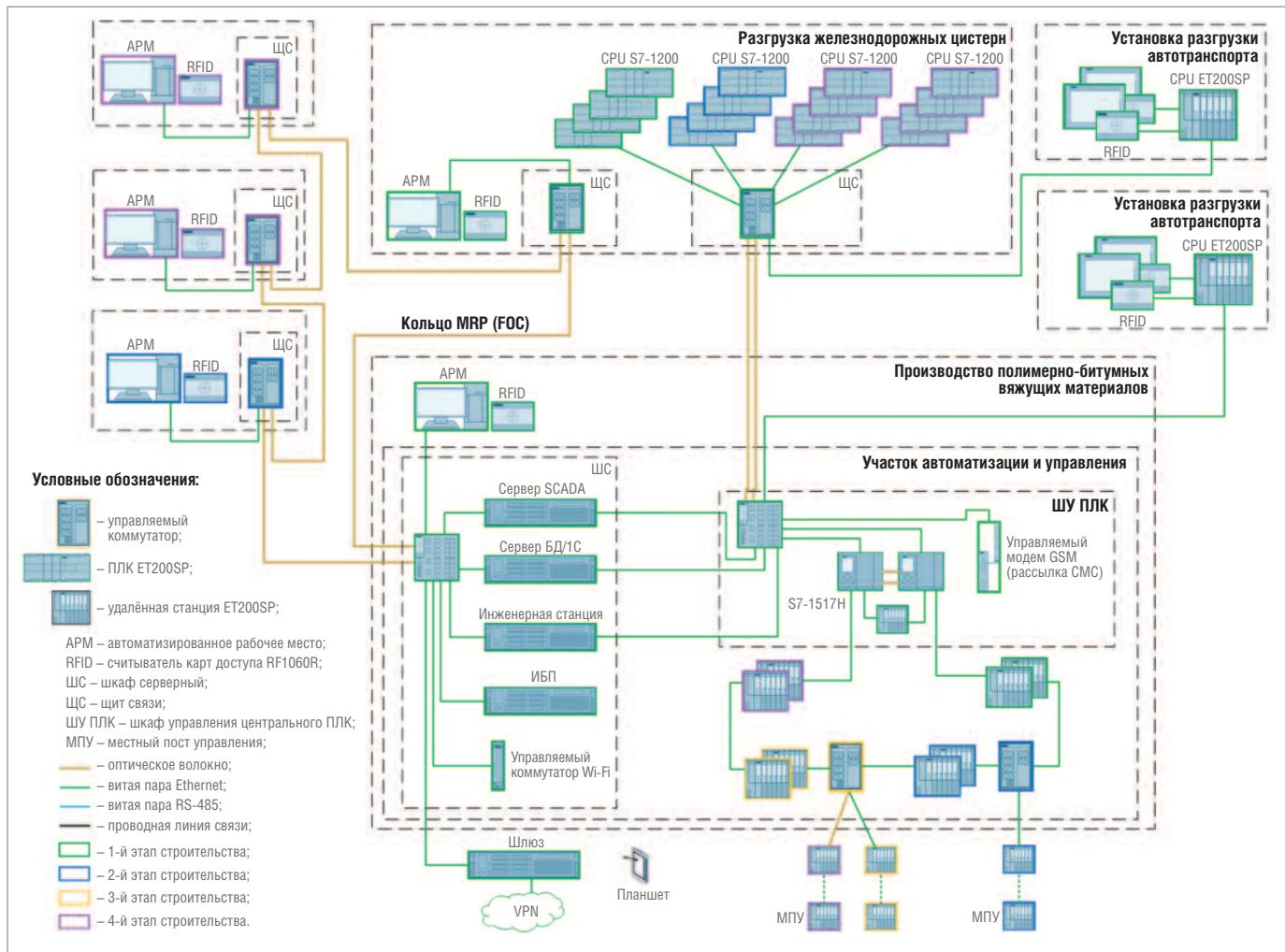


Рис. 2. Схема комплекса технических средств АСУ ТП

са «Газпром нефти». В том же году холдинг TA GROUP запустил строительство следующего терминала на Урале.

ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ В ХОДЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ УРАЛЬСКОГО БИТУМНОГО ТЕРМИНАЛА

При реализации проекта автоматизации технологического процесса движения, хранения и производства битумных материалов на Уральском битумном терминале были поставлены амбициозные задачи, включающие в себя практически все современные требования и тенденции в области автоматизации.

При этом необходимо было выполнить следующие требования:

- внедрить децентрализованную систему на базе новейшего центрального резервированного контроллера CPU S7-1517H и второстепенных ПЛК на базе CPU ET200SP;
- выполнить сквозную систему администрирования пользователей при помощи карт доступа с единым сервером пользователей в SCADA WinCC v16,

начиная с АРМ оператора и заканчивая панелями оператора;

- реализовать удалённый контроль и управление производством при помощи переносных устройств;
- организовать централизованную рассылку СМС-оповещения об экстренных событиях на всём технологическом оборудовании терминала;
- решить все основные задачи на базе технических и программных средств одного надёжного вендора и сократить номенклатуру применяемого оборудования;
- интегрировать АСУ ТП в ПО 1С терминала для управления технологическими процессами извне и реализации мобильных приложений.

ГЛУБОКАЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗАЦИЯ

В общепромышленных решениях в большинстве случаев применяют классическую архитектуру с распределённой и децентрализованной структурой АСУ ТП, при этом установка шкафов управления выполняется на значительном расстоянии от оборудования контроля и управления.

Такой подход приводит не только к большим расходам кабельной продукции (которая в конечном итоге переходит в распределительные коробки по месту применения), но и требует много времени на проектирование подобных систем, прокладку кабеля, подключение и наладку.

Все эти факторы повлияли на выбор структуры с более глубоким распределением и децентрализацией, что позволило значительно сократить количество кабельной продукции и время на проектирование, СМР и ПНР.

Выбранное решение основано на применении цифровых интерфейсов на более низких уровнях управления для центральной распределительной системы на базе CPU S7-1517H и выделения независимых технологических процессов в децентрализованные АСУ ТП на базе CPU ET200SP. На рис. 2 показана схема комплекса технических средств битумного терминала.

Для центральной распределительной системы непосредственно у технологического объекта управления (резервуар, насосная станция, масляный коллектор



Рис. 3. Интерфейс оператора установки разгрузки автотранспорта на 6 постов

и прочее) устанавливаются местные посты управления с удалённой станцией ввода/вывода на базе модулей ET200SP, второстепенно выполняющие роль распределительной коробки и позволяющие оператору управлять основным оборудованием объекта управления с кнопок в местном режиме. Выбор семейства модулей ET200SP был основан в первую очередь на климатических условиях применения (для данного семейства $-25\dots+50^{\circ}\text{C}$), а также на большой номенклатуре модулей семейства, метрологических характеристиках, наличии активной задней шины, стоимости и гибкости модульной системы. Связь между центральными шкафами и местными постами организована на базе хорошо известного и зарекомендовавшего себя цифрового интерфейса

PROFINET IO. Таким образом цифровой интерфейс организован от центральной аппаратной до технологических установок. Как известно, цифровой интерфейс даёт возможность контролировать качество линии связи, что является несомненным плюсом и позволяет локализовать проблему в случае обрыва линии связи, в отличие от стандартных интерфейсов.

При организации технологических процессов разгрузки/загрузки автотранспорта и железнодорожных цистерн было принято решение выделить их в децентрализованные АСУ ТП битумного терминала на основе CPU ET200SP. АРМ оператора в данных системах выполнены на базе сенсорных панелей TP1500 Comfort. Интерфейс оператора разрабатывался интуитивно понятным и похожим на привычные интерфейсы мобильных телефонов. На рис. 3 и 4 показаны реализованные интерфейсы оператора. Данные технологические установки функционируют независимо от центральной распределённой системы терминала, что позволяет применять их не только в составе терминала, но и как самостоятельное оборудование. Ключевым требованием к такой системе было организовать про-

токол обмена данными Modbus TCP. Данная система поддерживает синхронизацию времени UTC средствами GPS модема, а также локальное или централизованное администрирование пользователей при помощи карт доступа. На рис. 5 показана автоматическая установка разгрузки автотранспорта на 6 постов.

Интеграция децентрализованных АСУ ТП в центральную АСУ ТП терминала выполняется на базе промышленного Ethernet.

СКВОЗНОЕ АДМИНИСТРИРОВАНИЕ

Сложность выполнения задачи состояла в том, что карты доступа должны быть сквозными не только для АСУ ТП, но и для СКУД битумного терминала. На рис. 6 и 7 показано, как пользователь идентифицируется в СКУД и АСУ ТП одной RFID-картой. Базовой технологией бесконтактных карт доступа была выбрана Mifare Classic 1K.

Второй сложностью реализации было то, что центральный сервер SCADA WinCC невозможно было использовать в качестве единого сервера пользователей, так как в проекте применялись панели оператора. Решить эту проблему удалось с помощью применения ПО

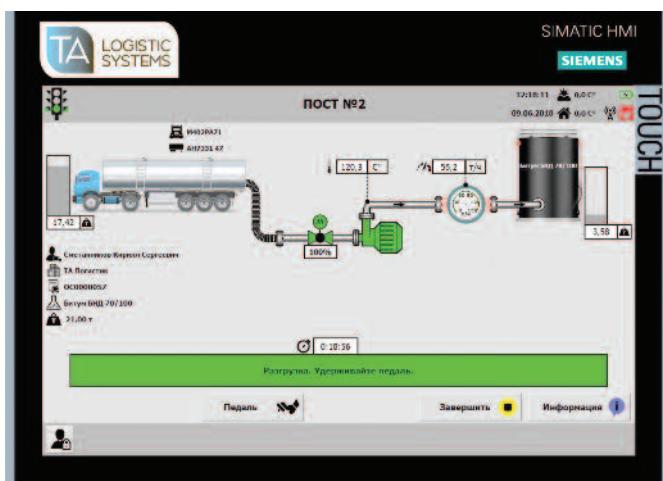


Рис. 4. Интерфейс оператора установки разгрузки автотранспорта на 2 поста



Рис. 5. Автоматическая установка разгрузки автотранспорта на 6 постов



Рис. 6. Идентификация пользователя в СКУД битумного терминала



Рис. 7. Идентификация пользователя в АСУ ТП битумного терминала



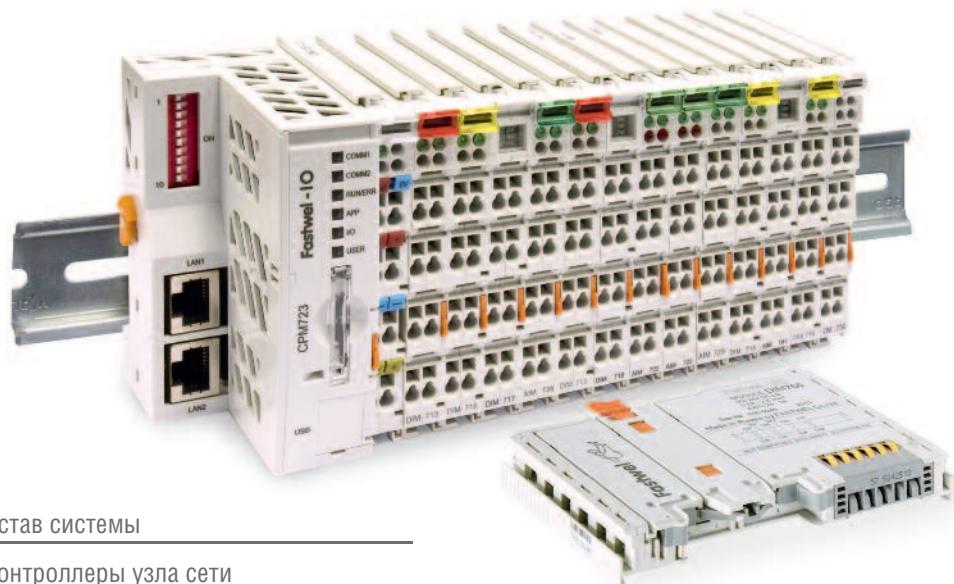
Распределённая система ввода-вывода **FASTWEL I/O**

МОРСКОЙ РЕГИСТР
ПОЖАРНЫЙ СЕРТИФИКАТ
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
РЕЕСТР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

-40...+85°C



95%



Состав системы

- Контроллеры узла сети
- Модули:
 - дискретного ввода-вывода
 - аналогового ввода-вывода
 - измерения температуры
 - сетевых интерфейсов

Модульный программируемый контроллер

- Процессоры 500/600 МГц
- Встроенный и внешний флэш-накопители объёмом до 32 Гбайт
- Энергонезависимая память 128 кбайт с линейным доступом
- Бесплатная адаптированная среда разработки приложений CODESYS
- Часы реального времени
- Сервис точного времени на базе GPS/GLONASS PPS
- Модули ввода-вывода с контролем целостности цепей



CPM711

- Протокол передачи данных CANopen
- Сетевой интерфейс CAN



CPM712

- Протокол передачи данных Modbus RTU, DNP3
- Сетевой интерфейс RS-485



CPM713

- Протокол передачи данных Modbus TCP, DNP3
- Сетевой интерфейс Ethernet



CPM723

- Протоколы передачи данных Modbus TCP/RTU
- Сетевой интерфейс 2xEthernet



SIMATIC Logon v1.6, PM-Logon v1.7 и организации на сервере локального домена Active Directory. В качестве считывателей карт доступа использовались RF1060R. Программное обеспечение SIMATIC Logon было установлено на сервере SCADA и являлось ключевым и связующим элементом авторизации. При этом PM-Logon устанавливается на всех АРМ оператора и панелях SCADA. Это ПО организует считывание данных с карты доступа и передачу данных в SIMATIC Logon, которое, в свою очередь, идентифицирует пользователей из списка пользователей домена, к которым привязан уникальный идентификатор карты.

БЕСПРОВОДНАЯ SCADA-СИСТЕМА

Большинство пользователей SCADA-систем на производстве любыми средствами стараются организовать беспроводной доступ к SCADA. Это поставило перед разработчиками очередную задачу по организации законных и защищённых способов реализации беспроводного контроля. Дополнительными требованиями к беспроводному интерфейсу были кросс-платформенное решение на Android и iOS и исключение привязки интерфейса к приложениям того или иного вендора. Средствами сервиса WinCC WebUX был организован интерфейс пользователя на базе HTML5. При этом авторизация пользователя в системе выполняется всё тем же механизмом SIMATIC Logon.

ОПОВЕЩЕНИЕ ПО СМС

Готовые решения по рассылке СМС-оповещений для комплектно поставляемого оборудования сегодня широко используются, и ими уже не удивишь. Но что делать и какими средствами решить задачу, если необходима централизованная рассылка СМС для всего предприятия?

Для решения данной задачи мы применили GSM-маршрутизатор SCALANCE M874-3 3G. В связке ПЛК и маршрутизатора инициатором рассылки сообщений выступал ПЛК. Интерфейс для передачи текста СМС был организован в пользовательской программе ПЛК в стеке TCP/IP. Для этого соответствующим образом были настроены сетевые параметры GSM-маршрутизатора. Параллельно с этой задачей маршрутизатор позволил организовать безопасное VPN-подключение к удалённой инженерной станции через GSM-канал, используя наборы протоколов IPSec.

ИНТЕГРАЦИЯ С 1С

Одним из необходимых шагов для автоматизации терминала стала интеграция АСУ ТП с учётной системой «1С:ERP Управление предприятием 2.0» на платформе «1С:Предприятие 8.3», так как именно в ней заносятся все сведения о будущей операции по разгрузке/загрузке продукции, включая объёмы и марку битума, сроки планируемой операции, грузоподъёмность транспортного средства и прочие важные данные. На рис. 8 показан интерфейс подтверждения ордера на загрузку/разгрузку.

Таким образом, когда на терминал приезжает машина с битумом, оператор терминала проверяет документы и всю необходимую для совершения операции информацию, после чего подтверждает ордер в «1С:ERP» и привязывает к нему магнитную карту, прикладывая её к считывателю. Далее ордер отправляется в АСУ ТП, а привязанная к нему карта передаётся водителю для последующей активации процесса разгрузки/загрузки на посту управления.

После получения ордера в АСУ ТП появляется информация для осуществления операции разгрузки/загрузки, включая актуальность самого ордера.

Для интеграции бизнес-приложения на базе «1С:Предприятие» и АСУ ТП

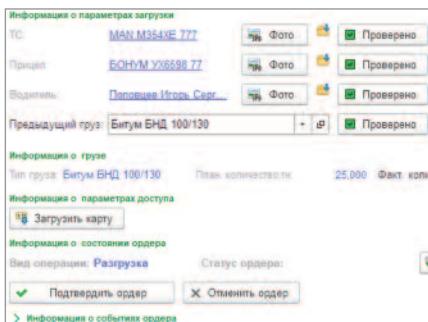


Рис. 8. Интерфейс подтверждения ордера на загрузку/разгрузку в 1С

Показатель	Расшифровка
АПЗА - температура внутри	22.6 °C
АПЗА - температура снаружи	18.2 °C
Архив - последний ордер в архиве	398
Пост 1 - задвижка на битуме	Открыта
Пост 1 - задвижка на эмульсии	Закрыта
Пост 1 - текущее состояние разгрузки	Запуск разгрузки. Наж...
Пост 1 - текущие аварии	
Пост 1 - текущие предупреждения	
Пост 1 - текущий ордер	ZA1000419
Пост 2 - задвижка на битуме	Закрыта
Пост 2 - задвижка на ПБМ	Закрыта
Пост 2 - текущее состояние разгрузки	Авария на насосе
Пост 2 - текущие аварии	Авария на насосе
Пост 2 - текущие предупреждения	
Пост 2 - текущий ордер	

Рис. 9. Интерфейс текущего состояния терминала в микросервисе

необходимо было реализовать подключение к АСУ ТП удалённо из Интернета по протоколу HTTPS. Для решения этой задачи был разработан и включён в состав АСУ ТП специальный микросервис-шлюз.

МИКРОСЕРВИС-ШЛЮЗ

В качестве промежуточного звена для общения внешних бизнес-приложений с АСУ ТП был реализован микросервис-шлюз. В его задачи входит обмен данными с АСУ ТП по протоколу Modbus TCP и предоставление API по протоколу HTTPS для внешних систем.

Микросервис был разработан на платформе «1С:Предприятие 8.3», поскольку эта платформа имеет высокую скорость разработки и обладает всеми необходимыми компонентами для решения подобных задач, за исключением поддержки протокола TCP.

Чтобы исправить этот недостаток, на языке C++ был написан внешний компонент для платформы «1С:Предприятие 8.3», который позволил расширить возможности платформы и добавить поддержку протокола TCP.

Микросервис раз в 5 секунд делает опрос всех контроллеров АСУ ТП и фиксирует состояние всех устройств и механизмов. Таким образом он формирует общую картину состояния терминала и может выдать её по запросу бизнес-приложению. На рис. 9 показан интерфейс мониторинга состояния терминала, предоставляемый микросервисом.

Микросервис предоставляет для бизнес-приложений API с командами для получения состояния терминала, создания нового ордера, проверки состояния ордера, получения списка всех ордеров и т.д.

Кроме того, реализация API по протоколу HTTPS позволяет обращаться к микросервису любым приложениям, не только 1С. Например, с его помощью можно создать веб-приложение или мобильное приложение.

МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ

Мобильное приложение для мониторинга состояния терминала было легко реализовано с помощью универсального API по протоколу HTTPS с доступом из Интернета.

Приложение разрабатывалось на Flutter, что позволило оперативно реализовать его сразу для двух платформ: iOS и Android. На рис. 10 показан интерфейс мобильного приложения.

Что даёт мобильное приложение?

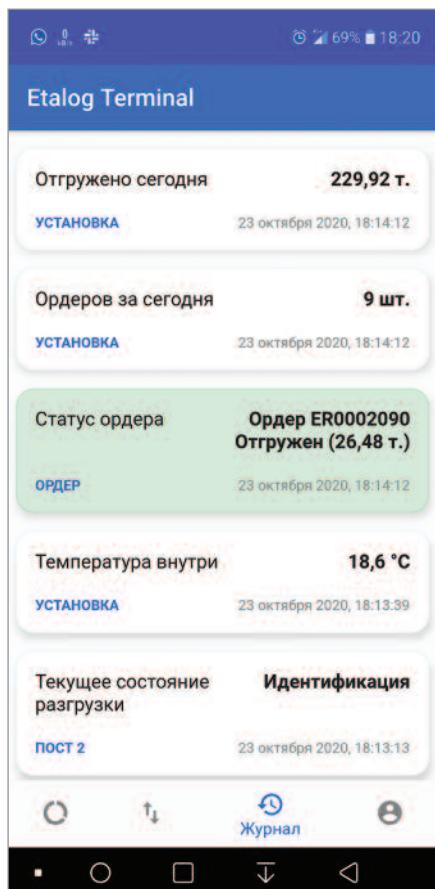


Рис. 10. Интерфейс мобильного приложения

Во-первых, обзор текущего состояния терминала, включая состояние всех насосов, задвижек и прочих узлов.

Во-вторых, просмотр технологических логов. Можно отследить все изменения состояний узлов: когда насос включился, когда выключился, когда работал реверс и т.д.

В-третьих, можно увидеть состояние всех ордеров по операциям. Например, узнать, сколько машин запланировано к загрузке, сколько уже загрузилось, сколько тонн было отгружено в каждую из машин, сколько продукции отгружено в целом за день.

А главное – возможность отправки Push-уведомлений, их удобство в том, что сообщение всплывает в верхней шторке смартфона даже в случае, если приложение не запущено. Таким образом, специалист не пропустит важное уведомление.

Микросервис может генерировать и рассыпать всем пользователям или определённым группам пользователей мобильного приложения Push-уведомления и оперативно информировать их, например, по фактам отгрузки ордеров, возникновения аварийных ситуа-

ций, начала и завершения процессов разгрузки/отгрузки и по другим операциям.

Выводы

Для сокращения номенклатуры оборудования и затрат на разработку пользовательских программных продуктов при решении нестандартных задач был выбран максимально подходящий для этой цели вендор – компания SIEMENS и семейство оборудования SIMATIC. Сокращение номенклатуры оборудования позволило значительно сократить затраты на ЗИП, проектирование и ПНР. Применение готовых решений вендора в программном обеспечении дало возможность реализовать проект небольшим количеством сотрудников компании, в результате были высвобождены ресурсы и направлены на развитие терминала.

Благодаря правильному выбору вендора разработчики не только смогли решить все поставленные задачи при реализации АСУ ТП для Уральского битумного терминала, но и наметили дальнейшие этапы развития для построения автоматизации технологических процессов новых терминалов. ●



Мощный сервер архивации Hyper Historian™

0681493
СОБРАНО ТЕГОВ



Сбор **Сжатие** **Архив** **Анализ и визуализация**



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

(495) 234-0636
INFO@PROSOFT.RU

WWW.PROSOFT.RU

