

ных норм технологического режима производственных объектов, так как в настоящее время процесс анализа отклонений от норм технологического режима отделом главного технолога ОАО «АНХК» не автоматизирован и производится ежемесячно по собранным режимным листам объектов. Планируемая система позволит одновременно увидеть все выходы за норму в СТМ и в СД. Система позволит пользователям получать доступную и исчерпывающую информацию об отклонении параметров протекающих ТП в форме отчетов, сохранять архив накопленной информации об отклонениях технологических параметров с предоставлением возможности последующей аналитической обработки данных. На сегодняшний день разработаны и утверждены технические требования к Системе мониторинга отклонений параметров от норм технологического режима, проводятся закупочные процедуры по выбору подрядчика, реализация запланирована до конца 2015 г.

Интересным для развития СПУ направлением является планируемая к разработке Система контроля энерго-

эффективности (СКЭ), основными источниками данных для которой будут являться СТМ и имеющиеся на ОАО «АНХК» автоматизированные системы технического учета электроэнергии и диспетчеризации электроснабжения (АСТУЭ/АСДУЭ). Создание СКЭ предусмотрено программой энергосбережения ОАО «НК Роснефть».

В целом проект СПУ на ОАО «АНХК» является перспективным, включен в программу создания АСО-УП ОАО «НК«Роснефть» и его успешная реализация предоставит всему персоналу производственных служб компании инструменты в их ежедневной работе для оперативного управления производством на современном уровне.

#### Список литературы

1. Ицкович Э.Л. Типичные недостатки внедрения и эксплуатации АСУТП // Автоматизация в промышленности. 2012. №1.
2. Ицкович Э.Л. Основные положения концепции построения MES предприятий технологического типа // Автоматизация в промышленности. 2012. №8.

*Замятин Михаил Владимирович* — зам. директора технического по производству,  
*Мантуров Виталий Юрьевич* — зам. технического директора по ИТ, начальник управления ИТ,  
*Чистова Елена Ильинична* — главный специалист отдела информационной поддержки логистики ОАО «АНХК».  
 Контактный телефон (3955) 57-54-01.  
 E-mail: ZamyatinMV@anhk.rosneft.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ PI SYSTEM В ОАО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-ОМСКИЙ НПЗ»

**Н.И. Ковбаса (ООО «ИТСК»),**

**В.Н. Федоров (ОАО «Газпромнефть - ОНПЗ»)**

*Представлена история внедрения PI System на Омском НПЗ, начиная с 1995 г. Рассмотрены ключевые системы, особенности их реализации и функциональность. Намечены перспективы дальнейшего развития систем автоматизации на базе PI System.*

*Ключевые слова: технологический мониторинг, АРМ старшего диспетчера, учет движения и перемещения нефтепродуктов, учет энергоресурсов.*

Ключевой особенностью современного рынка являются жесткие требования к эффективности производства. Для удовлетворения этих требований крупные промышленные предприятия вынуждены опираться в первую очередь на интеллектуальные управляющие системы [1, 2]. В нашей стране, как и во всем мире, внедрение таких систем протекало неравномерно: темпы роста масштабов автоматизации уровня ТП значительно опередили темпы развития бизнес-систем других уровней управления. Эта диспропорция становится очевидной при взгляде на откровенно недостаточный уровень развития информационной инфраструктуры многих отечественных предприятий.

В качестве решения сложившейся проблемы компания OSIsoft (США) предложила промышленным предприятиям программный продукт PI System, представляющий собой инфраструктуру данных и событий реального времени, на базе которой реализуется задача построения информационной системы предприятия. На сегодняшний день PI System используется на многих отечественных производствах.

В числе активных пользователей платформы — Омский нефтеперерабатывающий завод (ОНПЗ), одно из крупнейших нефтеперерабатывающих предприятий в мире. Его годовой объем переработки составляет более 20 млн. т нефти, что соответствующим образом отражается на сложности производственного цикла завода и комплексе встающих перед его специалистами задач по управлению производственными процессами.

#### Краткая история внедрения PI System на Омском НПЗ

Внедрение PI System началось на Омском НПЗ в 1995 г. Это было первое использование PI System в России. В течение первых 5 лет PI System использовалась на предприятии только в качестве системы технологического мониторинга. С появлением на заводе лабораторной информационной системы в 2004 г. была проведена ее интеграция с информационной системой предприятия PI System.

В 2006–2011 гг. на базе PI System был реализован учет движения нефтепродуктов и учет энергоресурсов.

сов. В 2011 г. закончилась реализация АРМ старшего диспетчера.

#### PI System как система технологического мониторинга

На момент начала работ данные для осуществления контроля и учета собирались на ОНПЗ "вручную" с отдельных участков производства на уровне АСУТП. Это делалось с использованием несовершенных методик, разработанных непосредственно в производственных отделах. В результате этой практики оказывалось невозможным убедиться в достоверности и актуальности получаемых сведений без привлечения специалистов, знакомых с реализацией конкретных технических узлов. Оперативное представление данных в унифицированной форме также становилось неосуществимым.

Первые шаги по работе с PI System начинались с традиционных вопросов по распределению функционала, таких как: кто будет рисовать мнемосхемы? Кто будет за них отвечать? Первоначально задача по построению мнемосхем была возложена на специалистов по производству, и было создано множество мнемосхем разных цветов и форм.

В настоящий момент процесс создания мнемосхем построен следующим образом: специалист производственного отдела подготавливает эскизы мнемосхем и передает их специалистам по ИТ. Специалист по ИТ в соответствии с регламентом по работе с PI System, утвержденным на заводе, завершает создание мнемосхем в PI ProcessBook и в PI WebParts. Подобный подход позволяет предприятию иметь:

- мнемосхемы, созданные по единому стандарту и имеющие общий вид;
- четкое представление об ответственных специалистах, создающих мнемосхемы. Теперь сотрудники знают, к кому следует обращаться при возникновении вопросов, а специалисты производственного отдела могут сосредоточиться на своей профильной деятельности. При этом и оператор, и специалист-технолог видят на своих экранах одну и ту же картину.

Работа такого стратегически важного для завода программного продукта, как PI System поддерживается с нескольких сторон. Компания ИТСК (осуществляющая сопровождение проекта) предоставляет своему заказчику полный спектр поддержки, начиная от call-центра, который принимает звонки, до устранения тех или иных инцидентов и внесения каких-либо изменений в систему. Имеются также специалисты по инфраструктуре, которые осуществляют ее мониторинг, отвечают за работу электросетевого оборудования, поддерживают работу серверов.

Помимо этого, инженеры круглосуточной технической поддержки OSIsoft всегда готовы оказать помощь заказчику и ответить на любые вопросы по продукту.

#### Информационные системы управления производством ОНПЗ на базе PI System

Следующим этапом внедрения функционала PI System на ОНПЗ стало создание информационной

системы управления производством. С помощью PI System была построена инфраструктура данных реального времени, которая позволяла ОНПЗ абстрагироваться от уровня АСУТП. Больше не было необходимости задумываться о том, как собирать и визуализировать полученные данные. PI System предоставляет полный спектр интерфейсов, способных подключаться к любым системам. Для ОНПЗ был разработан и настроен определенный интерфейс, после чего специалистам оставалось только решить, каким образом использовать и анализировать полученные данные.

Инфраструктура данных реального времени предусматривает обработку данных такими средствами, как PI Performance Equations, работу со средствами администрирования данных и средствами их визуализации так называемыми «рабочими местами» специалистов завода, пользователей системы. На предприятии используются клиентские приложения PI ProcessBook, PI WebParts и PI DataLink.

К этому моменту на ОНПЗ уже была введена в эксплуатацию лабораторная информационная система. При помощи средств PI API и PI SDK была реализована ее интеграция с информационной системой управления производством. Между лабораторной системой и тегами PI Tag настроена связь, и как только появляются данные по какому-либо анализу в лабораторной системе, они автоматически попадают в PI System. На ОНПЗ применяются двунаправленные интерфейсы PI System, то есть данные из лабораторной системы через эти интерфейсы также передаются в АСУТП, что позволяет оператору на своем рабочем месте видеть в реальном времени необходимые ему показатели качества.

Общее число тегов на ОНПЗ составляет примерно 50 тыс. ед., в 2014 г. планируется расширение до 70 тыс. тегов. Число используемых мнемосхем составляет 2000 (1000 мнемосхем PI ProcessBook и 1000 мнемосхем PI WebParts). Вводу в действие новой установки предшествует создание мнемосхем посредством PI ProcessBook, чтобы все специалисты, работающие с этой установкой, могли на своих рабочих местах в реальном времени получать актуальную информацию о состоянии установки.

Цветовая гамма на мнемосхемах подбирается в соответствии с задачами пользователей именно этого инструмента так, чтобы зрение специалистов не напрягалось, но при этом наиболее важные данные в нужный момент были выделены.

На ОНПЗ PI System также применяется для обмена данными со сторонними организациями, в частности, с поставщиком сырой нефти ОАО «АК «Транснефть». У поставщика установлен интерфейс, передающий в реальном времени показания по отправляемой на ОНПЗ нефти. Поступающие в реальном времени данные помогают специалистам ОНПЗ рассчитывать плотность сырой нефти, хранимой в резервуарах, поскольку эта плотность постоянно меняется в зависимости от поступающего сырья.



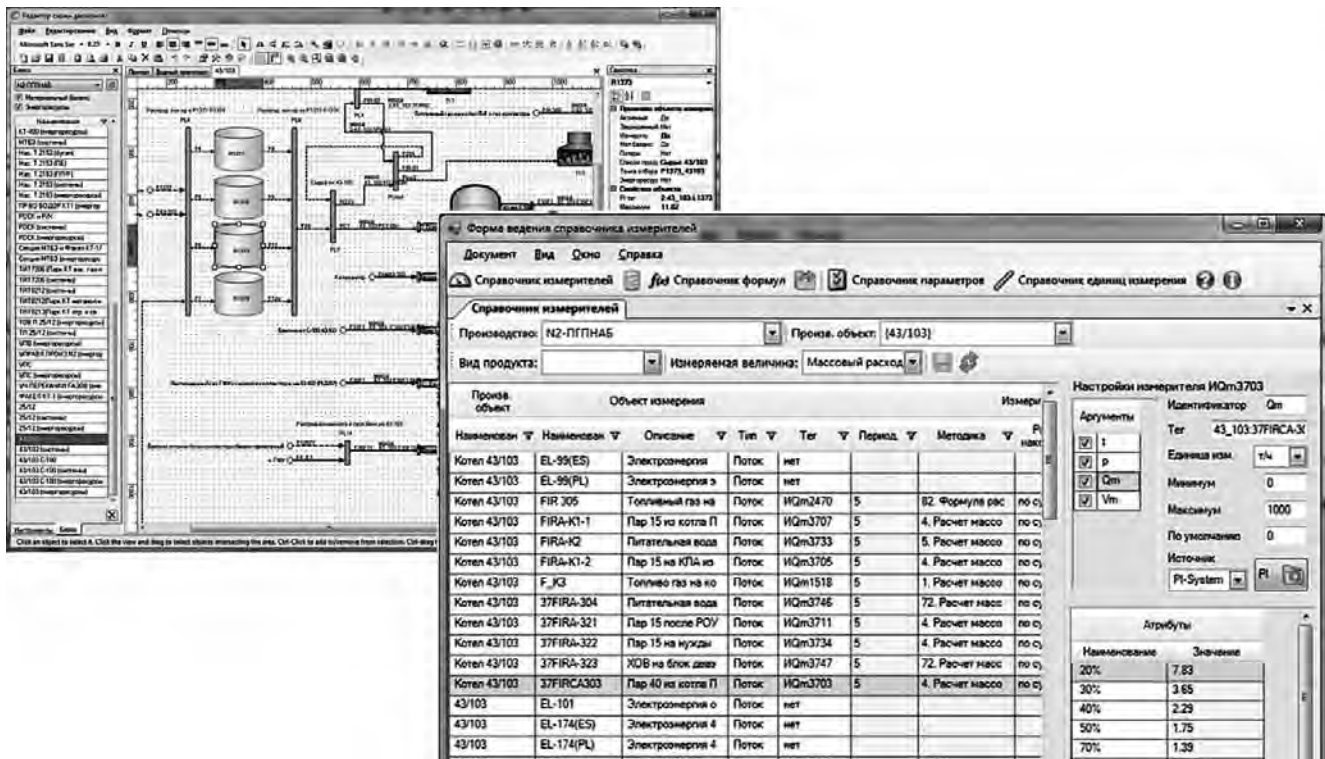


Рис. 2. Интерфейс схемы движения нефтепродуктов

кой актуальности данных занимаются специалисты лабораторной системы. Например, если значение тега не обновлялось дольше, чем период отбора пробы, специалисту лаборатории приходит уведомление, и он принимает меры для устранения этой проблемы.

Помимо конфигуратора связей был также создан конфигуратор расчетов или «рабочее место» метролога. Задача *конфигуратора расчетов* заключается в предоставлении метрологу инструмента, позволяющего легко конфигурировать любой из типов расчетов, которые нужны для учета перемещения нефтепродуктов или остатков в резервуарах.

Следующим элементом системы стал *модуль интеграции с PIMS* (планы по переработке нефти на месяц). Задача по передаче данных по планам переработки является основной для модуля интеграции. Данный модуль получает данные по плановым значениям PIMS и разносит их по объектам учета движения для сравнения «план-факт».

Еще одним модулем системы стал блок *регистрации операций* или «рабочее место» оператора технологической установки или парка. Под операцией подразумевается перемещение одного нефтепродукта от одного объекта к другому объекту. Поскольку на ОНПЗ установлено достаточно небольшое относительно всех возможных направлений число приборов, то зачастую возникает ситуация, в которой один прибор предусматривает передачу нефтепродукта в нескольких возможных направлениях, и в каком конкретно направлении пойдет нефтепродукт, может знать только оператор установки. Поэтому теперь оператор обязан указывать в форме регистрации операций активное на настоящий момент направление.

В форме регистрации также указывается название продукта, на выпуск которого работает та или иная установка, например, установка первичной переработки может работать на выработку дизельного или самолетного топлива, и соответствующие режимы переключаются также путем регистрации операций.

### Построение схемы перемещения нефтепродуктов

Основным требованием ОНПЗ является возможность разработки схемы движения нефтепродуктов и поддержания этой схемы специалистами производственного отдела. Проанализировав все имеющиеся на 2010 г. средства, инжиниринговая компания ИТСК пришла к выводу о необходимости разработать собственное ПО. Сегодня данный инструмент оснащен интерфейсом, подобным MS Visio (рис. 2). С левой панели интерфейса специалист перетаскивает элементы (например резервуары) в центральную часть экранной формы, соединяет их между собой линиями и сохраняет, получая взаимосвязанную и упорядоченную структуру в базе данных, которая описывает все связи между этапами движения нефтепродуктов между собой. Практически все эти связи являются сквозными, то есть можно проследить все возможные перемещения нефтепродуктов от момента приемки нефти вплоть до точек отгрузки. Отдельные участки перемещения нефтепродуктов являются измеряемыми, а другие нет. Соответственно, после того как то или иное направление помещается как измеряемое, в дело вступает специалист отдела метрологии. В экранной форме появляется соответствующая технологическая позиция, и задача метролога заключается в подключении к этой

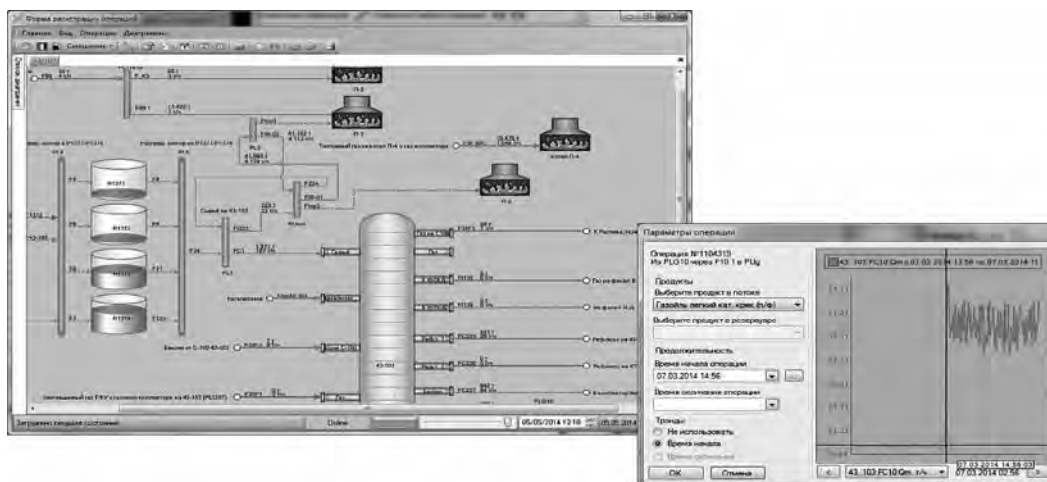


Рис. 3. Мнемосхема регистрации операций

позиции набора первичных тегов. Например, если речь идет о расчете расхода пара (рис. 2), то специалисту потребуются данные по температуре, давлению и объемному расходу пара. Результатом такого расчета будут данные по массовому расходу пара. Аналогичная методика применяется для расчета теплотенергии пара.

После проведения расчета специалист заводит в этой же форме определенные константы, и система начинает производить расчет мгновенного значения масс, объемов или теплотенергии по какому-либо конкретному измерителю.

Эта же форма используется и для работы с градуировочными таблицами по резервуарам. На ОНПЗ столкнулись с ситуацией, при которой разные организации, занимающиеся подготовкой градуировочных таблиц, присылают их в самых разных формах, и было достаточно сложно загрузить такие таблицы в систему в удобном виде. Разработанная ИТСК форма позволяет загружать и работать с таблицами любых форматов: pdf, doc, txt, xls.

На рис. 3 представлено так называемое «рабочее место» оператора, форма регистрации операций. На мнемосхеме данные обновляются в режиме реального времени и отображают текущее состояние объектов. Позиции, от которых идет перемещение нефтепродуктов в данное время, выделены зеленым цветом. Такая мнемосхема позволяет специалистам в реальном времени видеть, какие в данный момент печи и установки находятся в работе.

Здесь же оператор регистрирует операции. Для активации операции оператор дважды щелкает по необходимой линии, и открывается окно «Параметры операции». В данном окне оператор указывает наименование продукта, который будет проходить в потоке, указывает время начала операции. Для более удобного выбора времени начала и конца операции в окне выводятся данные из PI System в виде тренда: оператор может выбрать точку на тренде, например, момент начала расхода, и параметры времени операции устанавливаются автоматически.

Может возникнуть вопрос: почему бы не установить автоматическую регистрацию операций после того, как появляется расход? Парк приборов завода построен без всякой избыточности, и порой несколько направлений «смотрят» на один и тот же прибор, поэтому невозможно сказать, по какому направлению последовал нефтепродукт после того или иного прибора.

Таким образом, единственным выходом является ручная регистрация операций.

В этой же форме регистрации операций специалисты вводят некоторые данные вручную: сейчас это значения по сыпучим продуктам, таким как кокс или сера. Остальные же данные в настоящий момент передаются и рассчитываются автоматически.

Результатом работы системы учета движения нефтепродуктов является набор отчетов (примерно 20 видов). Типовым отчетом является рапорт работы технологических установок. Он представляет собой единую форму, в которой для каждой установки (иногда для каждой секции установки) созданы отдельные формы, отображающие всю информацию, которая необходима для оценки работы установки в режиме оценки «план-факт». В правой колонке выводятся данные по плану на месяц, суточные планы, плановый процент отбора сырья, фактическая масса нефтепродукта с начала суток, фактический процент отбора, процент погрешности, планы по накоплению и другие позиции. Первоначально подобные рапорты применялись только для создания отчетов по работе технологических установок, затем на их основе были сделаны отчеты и по выработке основных компонентов. Сегодня на заводе существуют рапорты по выработке всех основных продуктов и компонентов.

Еще одним важным отчетом для ОНПЗ является акт наличия нефтепродуктов. В табличном виде он показывает все нефтепродукты, которые находятся в резервуарах. Число колонок в отчете для каждого пользователя конфигурируется индивидуально. К типовым общим колонкам относятся: контрольный замер, масса продукта в резервуаре, минимальные технологические остатки, номер паспорта, группировка по продуктам. Так, специалисты всегда видят, какое количество продукта находится в наличии и в каком конкретно резервуаре.

### Учет энергоресурсов

После успешной реализации учета нефтепродуктов перед специалистами ИТСК Блоком главного метролога предприятия была поставлена задача по реализации учета энергоресурсов. На рис. 4 представлена архитектура данной системы.

Для расширения уже имевшейся на заводе архитектуры были созданы модули:

- расчета плановой потребности для определения планового и фактического потребления энергоресурса на каждой конкретной установке. Плановые значения рассчитываются по значениям переработки сырья, полученным из PIMS, а фактические нормы — по фактическому потреблению сырья на каждые сутки;
- конфигуратор расчетов, дополненный алгоритмами расчета потребления энергоресурсов: воды, пара и пр. Учетом потребления электроэнергии на заводе занимается отдельная информационная система, для интеграции в общую информационную базу которой были разработаны: модуль передачи данных в производственную информационную систему, а также модуль расширения для MS Excel, который позволяет работать с системами учета энергоресурсов и учета электроэнергии почти как плагин PI DataLink. Этот инструмент, как и PI DataLink, активно используется для составления пользовательских отчетов.

Результатом разработки системы учета энергоресурсов стало появление новых отчетных форм, таких как форма 542, в которую выводятся данные по плановым нормам и фактическим показателям расхода тепловой энергии, отклонения.

После того как в системе появился полный объем данных по потреблению энергоресурсов и по переработке, стало возможным реализовать модуль расчета КРП. Создана отчетная форма, содержащая некоторые коэффициенты, оценивающие работу установки или производства в целом.

### АРМ старшего диспетчера

Следующим шагом развития средств и систем автоматизации на ОНПЗ стала организация работы диспетчера. Эта работа включила создание on-line среды коллективного пользования (видеостена), ин-

теграцию с системами планирования, учета движения, лабораторной системой, контроля технологических параметров в реальном масштабе времени.

Приложение, работающее на видеостене, позволяет собрать всю информацию, необходимую диспетчеру.

Основная часть экрана посвящена данным по выполнению планов производства товарной продукции. Интуитивно понятный механизм навигации позволяет быстро переключаться между формами представления данных: например, перейти к отображению мнемосхем выбранной установки в PI WebParts, перемещаться по ней, просматривать тренды или перейти в режим отображения перемещения нефтепродуктов, чтобы увидеть экран, который видит оператор. Здесь же специалист может просмотреть тревоги или открыть диспетчерский рапорт. Для каждой установки определено четыре типа возможных тревог: по нарушению технологических параметров, по нарушению движения нефтепродуктов, отклонения «план-факт» и нарушения по качеству. Активные алармы для каждой установки подсвечиваются красным цветом, нажимая на него, диспетчер переходит к полному списку алармов, которые активны в данный момент на установке или на производстве в целом.

Кроме того, на заводе имеется собственная метеостанция, подключенная к PI System, что позволяет видеть на видеостене данные о текущей погоде и даже данные о том, какая погода была несколько лет назад, что необходимо для проведения анализа работы установок с привязкой к конкретным окружающим условиям. Актуальная информация о погоде нужна диспетчеру и для проведения оценки последствий каких-либо чрезвычайных ситуаций.

АРМ диспетчера — это, прежде всего, автоматизированное формирование диспетчерского рапорта, отчета в формате Microsoft Excel, в котором автоматически собраны все данные, необходимые диспетчеру: плановые значения, фактические значения, данные по потреблению энергоресурсов, данные по поступлению нефти для первичной переработки и основные показатели качества. Данные сгруппированы на отдельных вкладках по производствам.

### Собственные разработки пользователей

Нельзя не упомянуть тот факт, что PI System предоставляет средства, позволяющие пользователям без привлечения специалистов реализовывать свои узкоспециализированные задачи. Среди таких задач отметим:

— ретроспективный анализ технологических параметров. Без проведения этого анализа невозможно рассчитать некоторые нормы или проанализировать работу установок, провести коррекцию в режимах работы этих установок;

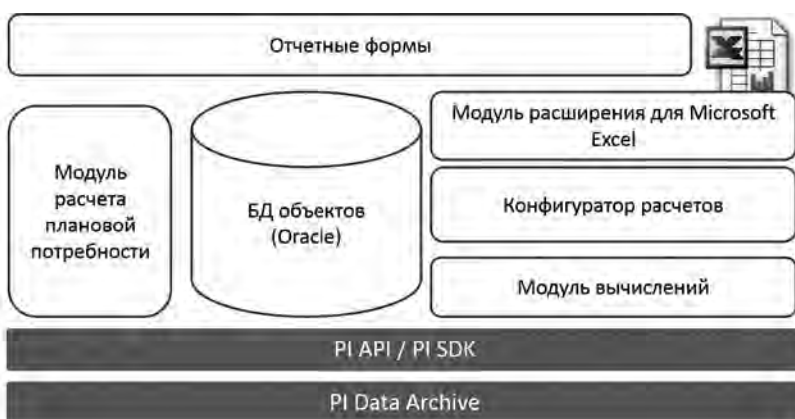


Рис. 4. Архитектура системы учета энергоресурсов

— систему мониторинга надежности работы технологических объектов. Пользователи лаборатории неразрушающего контроля создали в MS Excel с помощью средств PI DataLink систему анализа простоя оборудования, которая собирает данные из PI System, систем вибродиагностики, обрабатывает их и позволяет строить тренды;

— KPI работы операторов. Механизм расчета KPI работы операторов был создан средствами отдела повышения производственной эффективности. Было разработано приложение, рассчитывающее KPI по каждой смене операторов. Эти показатели включены в оценку эффективности работы операторов.

#### Перспективы развития PI System на ОНПЗ

Несмотря на то, что с 1995 г. проделана огромная работа, специалисты Блока главного метролога ОАО «Газпромнефть-ОНПЗ» и ООО «ИТСК» не останавливаются на достигнутых результатах и планируют и дальше развивать PI System и системы, построенные на ее основе.

До настоящего момента на ОНПЗ не используется PI Asset Framework (PI AF). Это обусловлено тем, что когда разрабатывались и внедрялись существующие информационные системы, PI AF не существовал в том виде, в каком он существует сейчас. Однако PI AF современной версии гораздо больше подходит к требованиям ОНПЗ и на предприятии в ближайшем будущем планируется его активное использование.

Применение PI AF будет подразумевать более упорядоченную работу с PI System, то есть: описание данных в соответствии с организационной структурой предприятия, стандартизацию описания оборудования на основе шаблонов, прямую интеграцию со смежными системами. Сейчас после модернизации установок приходится производить массовые замены на мнемосхемах одних тегов PI Tag на другие. Благодаря PI AF и описанию активов появится возможность ориентироваться не на конкретные тэги, а на соответствующие атрибуты объекта. Поэтому в дальнейшем при смене какого-либо объекта, замену нужно будет производить только в PI AF, все остальные данные будут обновлены автоматически.

В настоящий момент на ОНПЗ активно идет развитие в направлении построения так называемого «умного завода», неотъемлемой частью которого станет Центр управления предприятием. Этот Центр, в том числе подразумевает представление на больших экранах максимально полной информации о ТП в реальном времени, в том числе вывод данных, относящихся к бизнес-процессам управления производством, показателей качества продуктов и полуфабрикатов, плановых и фактических показателей,

а также создание системы мониторинга превышения предельных значений технологических параметров. PI AF позволит при этом создать единую интеграционную платформу для работы всех специалистов.

Помимо того, следует отметить планы ОНПЗ по созданию журналов эксплуатации оборудования на базе PI AF как единой системы, в которой будет собрана вся информация об эксплуатации оборудования, в том числе и с систем вибродиагностики. Это позволит создать «электронные паспорта» технологического оборудования, производить автоматический учет наработки оборудования по факту потребления электроэнергии, производить учет параметров работы оборудования (давление, температура, уровни вибрации и пр.), давать оценку состояния оборудования по фактическому времени наработки и текущим параметрам его работы, производить автоматическое формирование журналов наработки оборудования, проводить интеграцию с системой ТОРО.

При помощи PI AF также планируется провести оптимизацию системы мониторинга состояния оборудования, то есть планируется реализовать инструмент для автоматизации работы специалистов по надежности, обеспечить сбор полной информации о текущих показателях работы оборудования, включая данные реального времени и данные с систем вибродиагностики, средство для анализа данных и прогнозирования состояния оборудования, передачу результатов анализа в систему ТОРО.

#### Заключение

Подводя итоги, сформулируем основные преимущества от использования PI System на ОНПЗ.

Во-первых, это сбор технологических параметров с АСУТП различных производителей в реальном времени и программная инфраструктура для построения автоматизированных систем управления производством.

Во-вторых, предоставление доступа к данным реального времени любому специалисту предприятия со своего рабочего места.

В-третьих, это возможность интеграции различных производственных систем.

И, наконец, это предоставление пользователям всех необходимых инструментов для решения задач по обработке и анализу данных собственными силами.

#### Список литературы

1. Яковис Л.М. Многоуровневое управление производством (состояние, проблемы, перспективы) // Автоматизация в промышленности. 2009. №9.
2. Ицкович. Э.Л. Методы рациональной автоматизации производства. Изд. Инфра-Инженерия. 2009. 256 с.

*Ковбаса Николай Иванович — начальник отдела систем управления производством Регионального центра «Омск» ООО «ИТСК», Федоров Валерий Николаевич — главный метролог ОАО «Газпромнефть — ОНПЗ».*

*Контактные телефоны: (3812) 270-328, 690 469.*

*E-mail: KovbasaNI@omsk.it-sk.ru Fedorov.VN@omsk.gazprom-neft.ru*