

# Опыт применения технологии SmartPlant Enterprise

на протяжении всего жизненного цикла объектов обустройства нефтяных и газовых месторождений

Эффективность инвестиций на основе точно построенных моделей, обеспечение качественного управления процессом проектирования, строительства и эксплуатации, создание условий для накопления знаний и наращивание интеллектуальных активов определяют конкурентные преимущества компании. Скорость принятия решений, своевременность выдачи проектной документации, оптимизация поставок материалов и продукции определяют ее успех в целом.

Во всех перечисленных процессах базовыми являются информационные технологии. В общей стратегии института "РН-УфаНИПИнефть" приоритет отдан применению высокотехнологичных и высокоинтеллектуальных информационных систем, обеспечивающих лидирующие позиции на нефтегазовом рынке, и постоянному повышению уровня развития информационных технологий.

В соответствии со стратегией развития департамента проектирования, принятой в институте, идет отработка технологии создания цифровой модели месторождения. Это подразумевает применение новейших технологических достижений в области информационных технологий, сближающих проектную организацию и производство. Как результат, повышаются качество и скорость проектирования, автоматизируется поступление информации и увеличивается число показателей; система управления объектом обустройства месторождения организуется в режиме реального времени, исключаются рутинные и чрезвычайно затратные по времени процессы поиска необходимой проектной или исполнительной документации. Кроме того, применение интеллектуальных средств проектирования, способных уже на ранних этапах работ выявлять ошибки или несоответствия между отдельными разделами проекта, существенно повышает качество проектной документации.

Сегодня практически во всех крупных проектных организациях применяются те или иные САПР, функционал ко-

торых охватывает отдельные части проекта; идет активное внедрение новых специализированных систем. Все это упрощает создание и повышает достоверность каждой из отдельно взятых частей проектной документации. В то же время известно, что большинство проектных ошибок, потерь данных, непроизводительных затрат времени и ресурсов происходит на стыках различных частей проекта и при передаче заданий (инженерных данных) между специалистами разного профиля, работающих в различных САПР. Даже создание единой трехмерной модели всех частей проекта с проверкой на предмет пересечений и коллизий не позволяет выявить такие существенные моменты, как неправильно введенный или изменившийся параметр (например, мощность электродвигателя), изменившиеся параметры трубопровода или замена типа арматуры.

Самым простым способом избавиться от проектных ошибок, облегчить и ускорить работу стало бы внедрение и использование САПР, единой для всех частей проекта, включающей в себя расчет потоков, построение PFD- и P&ID-диаграмм, создание трехмерной модели, получение монтажно-компоновочных чертежей, расчет трубопроводов на прочность, а также части КИП и электрическую часть. Речь идет именно о единой системе, а не о возможности однократного экспорта или импорта исходных и выходных данных. Единичная передача инженерных данных не позволит отслеживать изменения, внесенные в другие части проекта после начала работы в новой САПР, а это значит, что всю работу в данной части проекта придется начинать сначала при любом, даже самом незначительном изменении исходных данных.

К сожалению, сейчас невозможно даже представить себе единую систему автоматизированного проектирования, которая решала бы такое огромное количество разнообразных задач.

Другим выходом является использование системы, позволяющей создать единую информационную модель проек-

та, с которой работали бы различные специализированные САПР. Причем такая система должна не только обеспечивать передачу инженерной информации, но и быть хранилищем данных с возможностью организации документооборота проектной, конструкторской, эксплуатационной и исполнительной документации. Это позволит сопровождать объект проектирования на протяжении всего жизненного цикла, начиная со стадии проекта и заканчивая эксплуатацией.

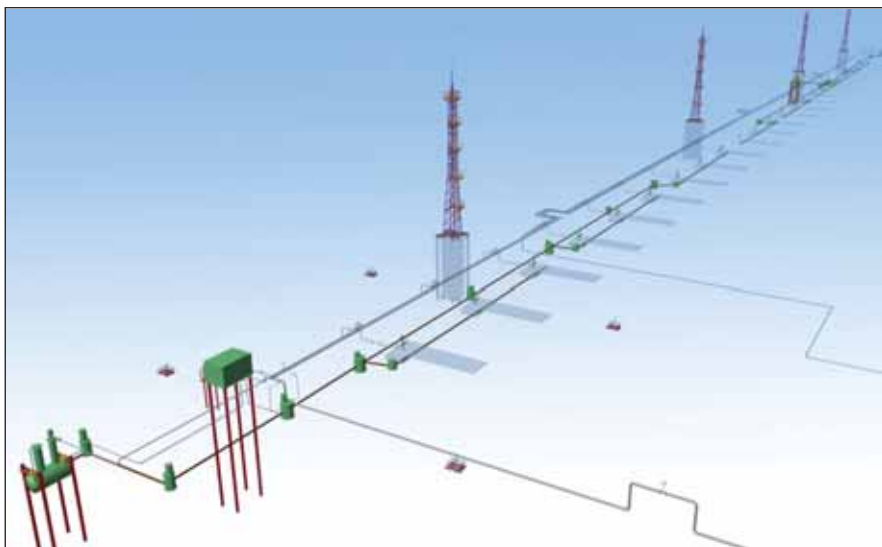
Институт "РН-УфаНИПИнефть" использует при проектировании систему SmartPlant Enterprise фирмы Intergraph. В сентябре 2008 – ноябре 2009 года с применением технологии комплексного проектирования в SmartPlant Enterprise разработан проект обустройства одного из нефтяных месторождений компании "Роснефть".

При том, что этот проект был связан с освоением новой технологии, решением организационных и технических вопросов, удалось уложиться в отведенное время. Более того, на сегодня успешно (несмотря на сверхсжатые сроки) завершены еще три подобных проекта.

Работу с системой можно начинать, используя взаимодействие всех входящих в нее приложений или применяя SmartPlant Enterprise только для двух из них – второй вариант дает возможность быстрее и с меньшими затратами оценить эффект от внедрения. Специалисты "РН-УфаНИПИнефть" уже выполняли проекты с применением САПР от компании Intergraph, поэтому был выбран вариант комплексного внедрения. Знание соответствующего ПО не только упростило процесс, но и позволило увидеть все преимущества данной технологии перед традиционным проектированием с использованием тех же программных продуктов, но без SmartPlant Enterprise.

В систему входят следующие САПР:

- **SmartPlant P&ID** (создание функционально-технологических схем трубопроводов и приборов КИП);
- **SmartPlant Instrumentation** (проектирование приборов автоматизации и контуров управления);



Общий вид проекта



Детализация проекта

- **SmartPlant Electrical** (проектирование и поддержка электрических распределительных сетей);
- **SmartPlant 3D** (система трехмерного проектирования);
- **Aspen ZyQAD** (система проектирования диаграмм потоков);
- **SmartPlant Review** (система комплексной визуализации трехмерных моделей);
- **Marian** (система управления материально-техническим снабжением).

Наряду с перечисленными программами система позволяет задействовать и стороннее ПО.

Кратко рассмотрим процесс проектирования с использованием SmartPlant Enterprise.

Первый этап – создание в системе HYSYS расчетной модели процесса и ее передача в Aspen ZyQAD для публикации полученных документов и инженерных данных в системе управления технической информацией SmartPlant Foundation. На этом этапе формируется отдельный общий перечень потоков с технологическими характеристиками для всего объекта.

Полученные в ZyQAD потоки передаются из SmartPlant Foundation в SmartPlant P&ID для создания технологических схем трубопроводов и приборов КИП (PID). На основе диаграмм потоков формируются подробные технологические схемы по установкам либо отдельно по каждой позиции оборудования. В технологических схемах происходит разделение потоков на трубопроводы и трубопроводов на участки. Расставляются точки контроля и управления, определяется их тип. Специалисты КИПиА группируют представленные технологами точки контроля по контурам управления и создают проектные позиции приборов на технологической

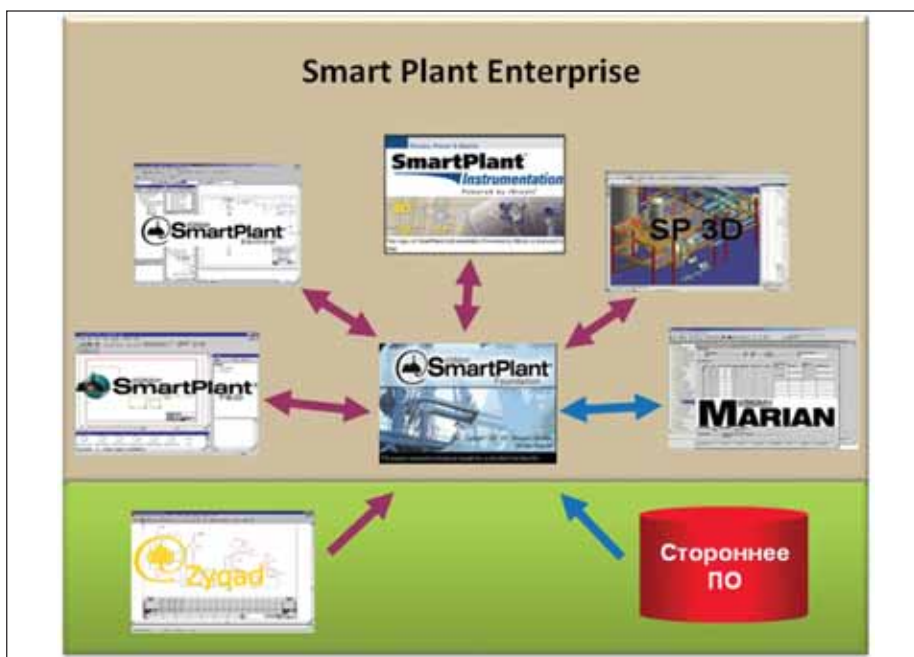
схеме. Все заведенные в модель инженерные данные публикуются в SmartPlant Foundation для их последующего использования в SmartPlant Instrumentation, SmartPlant Electrical и SmartPlant 3D.

В SmartPlant Instrumentation на основе технологических схем, выполненных в P&ID и опубликованных в SmartPlant Enterprise, создаются приборы КИПиА, контуры управления и сигналы в контуре управления. Затем данные снова передаются в P&ID для создания функциональной схемы. Помимо этого проектируются кабели, клеммники и шкафы с их подключениями – с учетом сигналов, а также шкафы управления, платы, слоты и каналы, осуществляются кроссировка в шкафах и ассоциация сигналов с каналами. Производится генерация схем

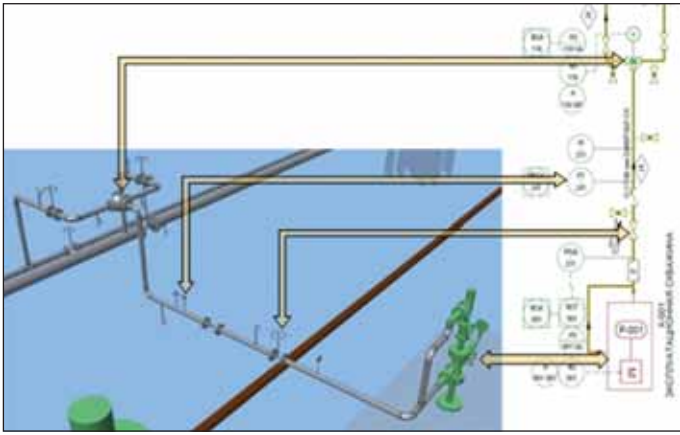
подключения и формирование документации.

В SmartPlant Electrical выполняется электрическая схема распределительных сетей. Нагрузки, оборудование и приборы, которые необходимо запитывать, передаются из SmartPlant P&ID и SmartPlant Instrumentation. А полученный кабельный журнал в свою очередь публикуется в SmartPlant Foundation для использования в SmartPlant 3D и определения длины и трассы прокладки.

Из SmartPlant Foundation в SmartPlant 3D передается для формирования трехмерной модели созданная в P&ID схема со всеми параметрами технологического оборудования, трубопроводов, фитингов, приборов КИПиА, необходимыми для создания пространственной модели объекта.



Структура SPE



Соответствие 3D-модели и PID

Рассмотрим более детально саму технологию и преимущества ее использования на примере стыковки SmartPlant P&ID и SmartPlant 3D для создания технологической части пространственной модели.

Как уже сказано, технолог, работающий в SmartPlant 3D, получает из SmartPlant Foundation PID-схему, на которой прорисованы все элементы (с набором необходимых параметров), которые предстоит разместить в пространственной модели.

Проектирование начинается с создания и размещения оборудования. При этом достаточно создать только объемное пространственное отображение оборудования и указать связь с оборудова-

нием на PID-схеме, все его необходимые атрибуты будут переданы в трехмерную модель. Остальные объекты пространственной модели, такие как трубопроводы, их детали и трубопроводная арматура, берутся уже непосредственно с PID-схемы простым выбором размещаемого элемента. То есть специалисту-проектировщику, создающему пространственную модель, нет необходимости ни заносить, ни даже знать какие-либо параметры размещаемого объекта. Все атрибуты, начиная от основных (условный диаметр, перекачиваемый продукт, давление и т.д.) и заканчивая параметрами, необходимыми для автоматического выбора конкретного элемента в SmartPlant 3D, берутся из PID-схемы. Таким образом, работа над созданием трехмерной модели превращается в пространственную компоновку элементов, выбираемых из технологической схемы.

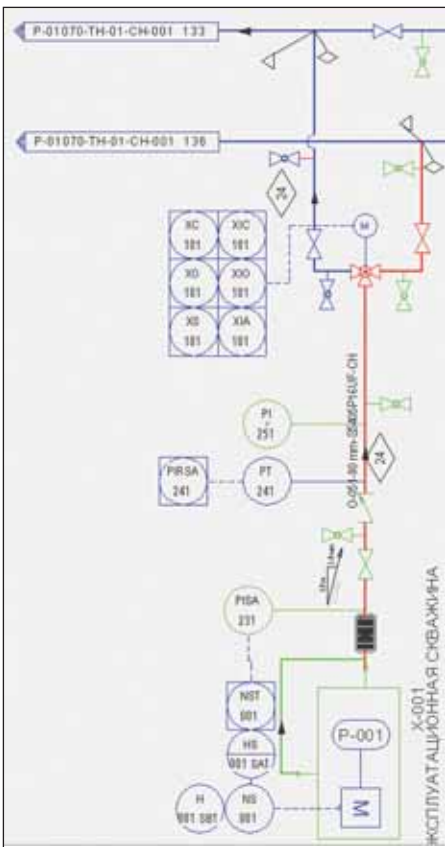
При осуществлении этой компоновки программный комплекс автоматически производит проверку. К примеру, при попытке разместить не на том участке

арматуру или какую-либо деталь трубопровода SmartPlant 3D блокирует выбор и выдаст сообщение об ошибке.

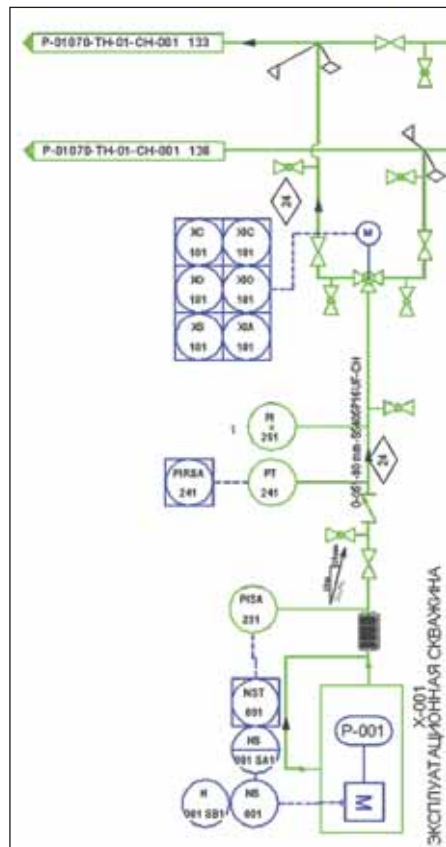
Кроме того, при использовании данной технологии любой элемент, размещенный в пространственной модели, сохраняет связь с PID-схемой. Эта особенность дает целый ряд преимуществ. Объект, который уже был размещен в трехмерной модели, не может быть выбран и размещен снова, пока не удалены результаты первого размещения. При выборе любого объекта в технологической схеме выбираются соответствующие ему объекты в пространственной модели – и наоборот. Технология также позволяет отслеживать, какие элементы PID-схемы уже размещены в модели, а какие еще нет. Автоматически осуществляется цветовая индикация технологической схемы, полученной из SmartPlant Foundation. Неразмещенные элементы отображаются одним цветом. Элементы, которые уже размещены (в случае, если все отслеживаемые параметры соответствуют параметрам технологической схемы), подсвечиваются другим. Элементы, имеющие какие-либо несоответствия, отображаются третьим. Также можно настроить разную цветовую индикацию в зависимости от типа несоответствий: неправильная топология соединений или несовпадение какого-либо из технологических параметров.

Поскольку после размещения элементов в пространственной модели сохраняется связь с PID-схемой, программа отслеживает соответствие не только технологических параметров, но и топологии соединений. То есть производится проверка правильности соединений трубопроводов со штуцерами, приборами и между собой, а также проверка последовательности расположения арматуры, деталей и врезок на участке трубопровода. Проверяется и наличие всех элементов на трубопроводе. Даже если участок трубопровода отрисован абсолютно верно, но при этом пропущена арматура или какая-либо деталь, такой участок будет отображаться как топологическая ошибка.

Любой элемент с предупреждающей цветовой индикацией можно выделить, а в его свойствах будет указано, по каким атрибутам система обнаружила нестыковки. Если произошла нестыковка тех или иных технологических параметров, то значения всех интересующих параметров можно взять из технологической схемы нажатием одной кнопки. Эта функция очень полезна при изменении PID-схемы, поскольку после обновления технологической схемы сразу же видно, какие из элементов изменились. Можно перебрать эти элементы, просмо-



Рабочая схема PID



Готовая схема PID

треть список и значения изменившихся параметров. А можно просто выделить такие элементы и, нажав одну-единственную кнопку, согласовать сразу все изменившиеся атрибуты для всех элементов модели. Эта функция работает даже при изменении таких существенных параметров, как, например, условный диаметр трубопровода или давление. Все изменившиеся элементы перерисовываются автоматически.

Намного упрощается проверка пространственной модели: если все элементы размещены на модели и правильно скоррелированы, PID-схема отображается зеленым цветом. При проверке достаточно в этом убедиться, а в самой модели нет необходимости проверять правильность присвоения атрибутов.

Всё перечисленное не только облегчило работу проектировщиков, но и позволило задействовать в проектах менее опытных специалистов: с подобной работой в состоянии справиться даже начинающий проектировщик, незнакомый со спецификой проектируемого объекта.

Внедрение данной технологии повысило достоверность и качество выпускаемой документации, позволило выполнять проекты в более сжатые сроки.

Результаты проектирования в SmartPlant Enterprise не ограничиваются одним лишь получением проектной документации. В ходе проектирования создается интеллектуальная информационная модель объекта, которую можно использовать на протяжении всего жизненного цикла объекта: при проектировании, в процессе строительства и непосредственно при эксплуатации.

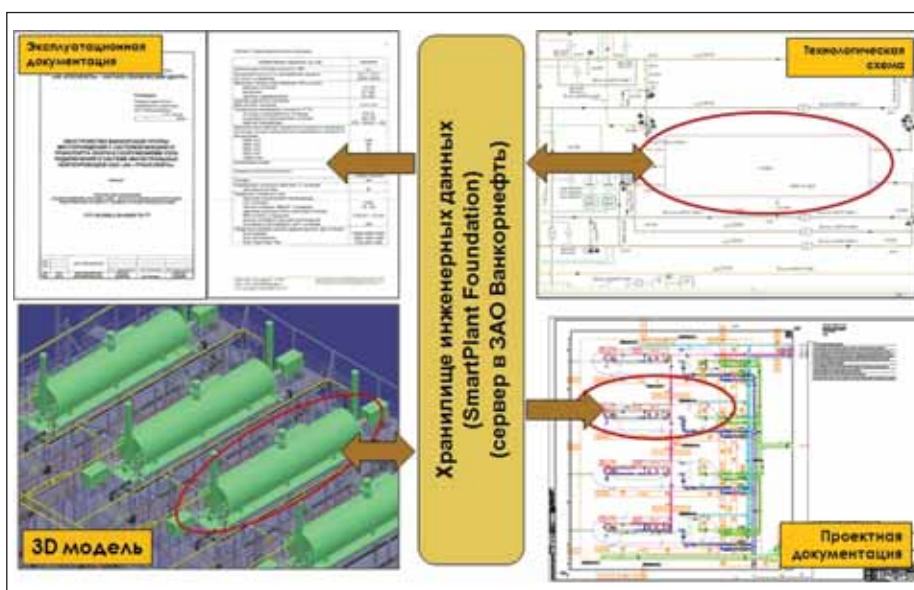
По итогам одного из выполненных рабочих проектов было принято решение создать единую цифровую модель объекта обустройства – интегрированную цифровую 2D/3D-модель с поддержкой взаимосвязи пространственной модели, технологических схем, проектно-сметной, исполнительной и эксплуатационной документации.

Эта модель включает в себя более 10 000 таких проектных позиций, как единицы оборудования, технологические линии, сегменты трубопроводов, запорной арматуры и киповских приборов. При этом по каждой из этих позиций поддерживается полная взаимосвязь между хранилищем инженерных данных и трехмерной моделью, проектной, исполнительной и эксплуатационной документацией, технологической схемой.

Таким образом существует возможность, выбрав любую проектную позицию в цифровой модели, перейти к трехмерной модели или технологической



Объект обустройства



Цифровая модель

схеме, причем данный элемент будет автоматически найден, выделен, на нем отцентрируется камера. В трехмерной модели можно не только получить полное представление о том, как выглядит этот элемент, где он размещается, увидеть топологию его связей и соединений, но также просмотреть все свойства и атрибуты, занесенные в трехмерную модель на этапе проектирования. Кроме того, разработаны инструменты перехода от пространственной модели и технологической схемы в цифровую модель. То есть можно выбрать любую проектную позицию (начиная от единицы оборудования или технологической линии до конкретной задвижки), и она автоматически будет найдена в цифровой модели, где можно просмотреть ее свойства, атрибуты, различные типы прикрепленной к ней документации.

Будучи результатом нового подхода к проектированию, строительству и эксплуатации промышленных объектов, интеллектуальная информационная модель объекта обеспечивает работу специалистов заказчика и подрядных орга-

низаций в едином информационном пространстве. Это дает возможность качественно проектировать оборудование и в дальнейшем контролировать надежность его работы. С точки зрения руководителя использование цифровой модели месторождения необходимо в качестве эффективного инструментария, обеспечивающего сквозной контроль хода работ, вплоть до удаленного мониторинга отдельных документов или разделов проекта с учетом инфраструктуры объекта проектирования.

**Эрик Юмашев,**  
заместитель генерального директора  
по проектно-изыскательским работам  
**Клара Хуснутдинова,**  
начальник отдела автоматизации ПИР  
**Евгений Латыпов,**  
ведущий инженер отдела  
автоматизации ПИР  
ООО "РН-УфаНИПИнефть"

E-mail: yumashever@ufanipi.ru,  
khusnutdinovakr@ufanipi.ru,  
LatypovEA@ufanipi.ru