

Статья посвящена применению технологий информационного моделирования для задач управления инженерными данными на крупном промышленном объекте на всех этапах жизненного цикла – от проектирования до вывода из эксплуатации. Подробно рассмотрены российские программные решения: 3D САПР ПОЛИНОМ – для создания и актуализации 3D-модели объекта, PLM/PDM-платформа НЕОСИНТЕЗ – для управления инженерными данными на всех стадиях жизненного цикла; InterBridge – для трансляции графических и семантических 2D/3D-данных.

Опыт применения технологий информационного моделирования при реализации инфраструктурных проектов топливно-энергетического комплекса

Д.В. Мариненков, директор Дивизиона инженерных моделей АО “НЕОЛАНТ”

В настоящее время во всём мире основной концепцией сопровождения жизненного цикла (ЖЦ) сложных объектов является применение датацентрических информационных систем управления инженерными данными, позволяющих сопровождать объект на протяжении его ЖЦ и обеспечивать поддержку соответствия конфигурации объекта его текущему состоянию. Центральная часть такой системы – **трехмерная информационная модель объекта** (рис. 1).

Информационная модель имеет фундаментальное преимущество перед типовыми пользовательскими приложениями – наличие исчерпывающих и актуальных данных о топологии промышленного объекта. Как правило, промышленные объекты распределены в пространстве – они могут быть размещены по нескольким зданиям и даже по нескольким удаленным друг от друга территориям. Применение трехмерных инженерных моделей создает новое качество управления такими объектами, начиная от получения информации о любом элементе объекта в различных представлениях за один клик мыши и заканчивая решением многочисленных прикладных задач: пространственно-временного информационного анализа, отслеживания состояния оборудования, предварительной

отработки сложных работ на объекте, обучения персонала и многое другое.

Применение трехмерных информационных моделей объектов промышленного и гражданского строительства (ПГС) и датацентрических систем управления инженерно-технической информацией в совокупности с регламентами актуализации информации позволяет **объединить в общем информационном пространстве всех участников процесса управления объектом**, включая эксплуатирующие, строительные, проектные, конструкторские, ремонтные, научно-исследовательские и субподрядные организации, тем самым существенно повышая эффективность их внешнего и внутреннего взаимодействия, а также снижая стоимость владения активом.

Таким образом, ключевым аспектом разработки современных информационных систем поддержки функционирования объектов ПГС является создание и поддержание в актуальном состоянии его информационной модели.

САПР для сопровождения ЖЦ сложных технологических объектов

На российском рынке имеется немало трехмерных САПР, различающихся функциональными возможностями, пользовательским интерфейсом и, конечно, стоимостью. Преобладают продукты крупных зарубежных производителей, поскольку российские 3D-системы предназначены в основном только для машиностроительного рынка, а имеющиеся российские решения для ПГС до недавнего времени были представлены только 2D-системами.

В этой связи под влиянием программы импортозамещения актуальной стала тема создания конкурентоспособной российской САПР. Рациональная альтернатива зарубежным системам – отечественная 3D САПР ПОЛИНОМ, недавно предложенная разработчиком – ГК “НЕОЛАНТ”. Эта система нового поколения для комплексного трехмерного проектирования уже более 10 лет используется специалистами компании “НЕОЛАНТ” при строительстве

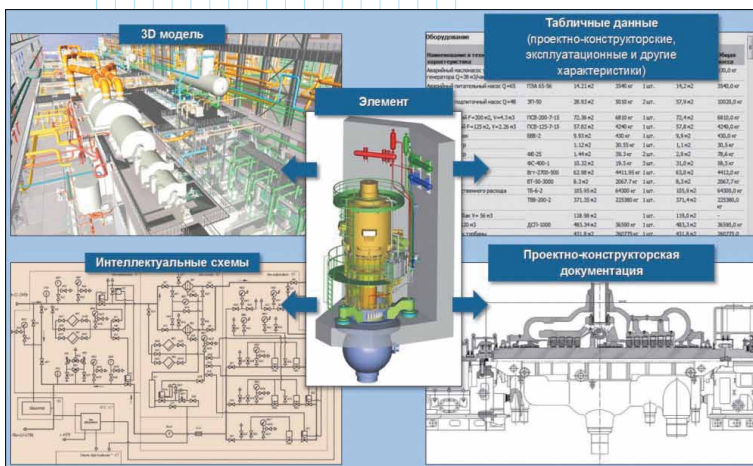


Рис. 1. Датацентрическая информационная система (схематично) управления инженерными данными на основе трехмерной модели

новых и модернизации существующих объектов топливно-энергетического комплекса (Билибинской, Кольской, Нововоронежской АЭС, установки производства водорода ОАО “Башнефть-Новыйл” и др.). Система ПОЛИНОМ работает с объектами любого масштаба, в том числе состоящими из более 1 миллиона элементов.

Основными особенностями ПОЛИНОМ являются простота освоения и направленность на российские стандарты. База данных содержит десятки тысяч параметрических элементов, созданных в соответствии с ГОСТом и ТУ. Набор атрибутов позволяет наиболее полно описать конструктивные особенности элементов применительно к отечественной специфике работы. Использование общей базы данных модели дает возможность контроля работы отдельных пользователей, правильной стыковки различных частей модели и проверки на коллизии.

Наглядно и всесторонне эта система продемонстрировала свои возможности при проектировании установки производства водорода на предприятии “Башнефть-Новыйл” и создании комплексной информационной модели ключевых объектов обустройства Новопортовского месторождения. Созданная 3D-модель позволяет реализовывать множество практических прикладных задач, возникающих на этапе проектирования, включая:

- объединение в одной модели в единых координатах всех разделов проекта, созданных в различных САПР, и формирование модели “как спроектировано”;
- выявление коллизий до начала строительства и выбор варианта действий для их устранения;
- оперативное формирование модели “как построено”;
- наглядное представление объекта и оперативное обеспечение всей необходимой информацией специалистов на всех уровнях управления через интуитивно-понятные пользовательские интерфейсы, основанные на электронной трехмерной модели технологической установки;
- обучение персонала правилам эксплуатации объекта еще до окончания строительства;
- получение изометрических чертежей технологических трубопроводов.

Информационная модель является той основой, которая в дальнейшем позволяет решать задачи управления инженерными данными (3D и инженерно-технические данные) на последующих этапах ЖЦ.

Российская PLM-система для российских предприятий ПГС

Несмотря на активное развитие и маркетинговое продвижение 3D-САПР, с помощью которых создается модель будущего объекта, многие проектные организации в России до сих пор осуществляют проектирование в 2D-системах. Сложившаяся ситуация в основном обусловлена следующими факторами:

- отсутствие в России стандартов на проектирование, требующих разработки и предоставления 3D-моделей;

- высокие финансовые затраты на приобретение 3D-САПР, сопровождение и обучение работе в них;
- отсутствие понимания у конечных пользователей в цепочке ЖЦ объекта (за пределами проектирования) преимуществ от использования информационной 3D-модели.

Тем не менее, есть и зрелые российские заказчики, и проектные институты, которые уже осознали неизбежность перехода на новую парадигму информационного моделирования. При этом на рынке программных комплексов для проектирования, конструирования и управления сложными объектами ПГС на протяжении всего их ЖЦ сегодня доминируют популярные зарубежные платформы, представленные такими компаниями, как *Autodesk*, *AVEVA*, *Bentley Systems*, *Dassault Systèmes*, *Intergraph*, *PTC*, *Siemens*. Применение заимствованных технологий внутри страны порождает существенную зависимость от иностранного менеджмента и создает угрозу потери ценнейших данных, сведений и проектных решений в случае отзыва лицензий на использование иностранных информационных систем, поскольку стандарты и форматы хранения данных большинство зарубежных производителей не раскрывает.

Группа компаний “НЕОЛАНТ” участвует в крупнейших проектах нашей страны (например, для таких компаний, как ГК “Росатом”, ПАО “Газпром”, ПАО “Лукойл”, ОАО “АК “Транснефть”, ПАО АНК “Башнефть”, ПАО “Русгидро”) в части создания информационных систем управления сложными промышленными объектами. Кроме того, компания является многолетним партнером большинства зарубежных вендоров соответствующего программного обеспечения и обладает знаниями их технологий, характеристик, узких мест и опытом применения в России, что позволяет сделать вывод о наличии следующих недостатков зарубежного ПО:

- направленность существующих решений на стадию проектирования, практически исключая другие стадии ЖЦ объектов;
- ориентация на собственные форматы файлов с возможным импортом/экспортом данных в другие форматы, но с существенной потерей исходной информации;
- необходимость значительного финансирования на внедрение и сопровождение информационных систем – причем, в ситуации с большими задержками или вовсе игнорированием запросов российских пользователей службой технической поддержки;
- необходимость дорогостоящих высокопроизводительных аппаратных комплексов – при этом быстрая реакция на действия пользователей отсутствует.

С учетом требований и особенностей задач проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации объектов ПГС на территории РФ, компания “НЕОЛАНТ” разработала собственную информационную систему НЕОСИНТЕЗ, предназначенную для консолидации и управления информацией об объекте в течение его ЖЦ. Это позволяет замкнуть информационный цикл управления объектом на всем его протяжении – от стадии проектирования

до вывода из эксплуатации. Фактически это первая отечественная платформа **PLM (Plant Lifecycle Management)** для управления объектами ПГС, которая не только лишена указанных выше недостатков, но и существенно снижает геополитические риски:

- НЕОСИНТЕЗ содержит все необходимые инструменты для информационной поддержки объектов на протяжении их ЖЦ;

- информационная модель объекта, лежащая в основе НЕОСИНТЕЗ, не зависит от того, в какой системе она была изначально разработана, благодаря встроенному инструменту *InterBridge* для конвертации и визуализации данных (с загрузкой полной информации об элементах объектов) большинства популярных САПР/PLM-платформ;

- система НЕОСИНТЕЗ создана для российских реалий – как с точки зрения стоимости владения, так и направленности на отечественные стандарты. Гибко настраиваемый набор классов и атрибутов позволяет наиболее полно описать конструктивные особенности элементов применительно к специфике работы в РФ;

- НЕОСИНТЕЗ позволяет работать с масштабными объектами (миллион и более элементов) на обычных офисных компьютерах, обеспечивая высокое быстродействие за счет специально разработанных механизмов оперативного отображения, манипуляции и пересылки “тяжелых” информационных моделей.

НЕОСИНТЕЗ представляет собой гибко настраиваемую систему, обеспечивающую учет и управление разными данными с возможностью различных представлений на всех стадиях ЖЦ объекта на основе его информационной 3D-модели. В качестве данных могут выступать, например, общие характеристики и текущие параметры работы оборудования, массогабаритные параметры компонентов, сведения об используемых на объекте материалах, топологическая информация о взаимном расположении компонентов объекта, сведения о проводимых на объекте работах с привязкой к конкретным компонентам объекта и т.п. При этом система предлагает различные интерактивные способы представления данных (рис. 2);



Рис. 2. Пример реализации доступа к данным (характеристики насоса) в среде НЕОСИНТЕЗ посредством 3D-модели и 2D-чертежа

данные могут быть визуализированы и проанализированы с помощью:

- дерева объектов;
- электронных документов;
- 2D-генпланов, технологических схем;
- 2D ГИС / 3D ГИС;
- 3D-4D-5D-6D-моделей;
- сферических панорам;
- аналитических панелей и тайм-лайнеров;
- различных комбинаций этих представлений.

Таким образом, можно подобрать наиболее наглядный способ отображения информации для эффективного принятия решений в любых ситуациях и для любых задач в процессе управления объектом ПГС на протяжении его ЖЦ. Вот только некоторые примеры задач, которые можно решить на базе НЕОСИНТЕЗ и за счет интеграции с узкоспециализированными системами:

1 При проектировании:

- оперативный сбор воедино разделов проекта, исключение пространственных (на 3D-модели) и временных (на 4D-модели) коллизий;

- контроль работ контрагентов в отношении учета и хранения проектно-конструкторской документации, полученной от субподрядчиков, с возможностью корректировки статусов её согласования и утверждения.

2 При строительстве:

- формирование в автоматическом режиме недельно-суточных заданий для исполнителей на строительной площадке;

- информационная поддержка процессов авторского надзора: ведение электронного журнала авторского надзора с фиксацией допущенных отклонений и возможностью подкрепления любой информации (эскизы, чертежи и т.п.), редактирования и изменения статусов;

- мониторинг процессов капитального строительства (рис. 3) за счет синхронизации с графиками календарно-ресурсного планирования и визуализации опережения/отставания выполнения строительных-монтажных работ на 4D-модели сооружения;

- планирование ресурсов, управление закупками и поставками;

- обучение персонала безопасному производству работ с помощью интерактивных 3D-инструкций по монтажу.

3 При эксплуатации/выводе из эксплуатации:

- ведение общего электронного реестра оборудования;

- ведение электронных оперативных эксплуатационных журналов;

- автоматизация обхода и осмотра оборудования за счет использования мобильных устройств и портативных считывателей штрих-кодов (рис. 4);

- управление ресурсными характеристиками оборудования за счет интеграции с системами класса АСУ ТП (автоматизированная

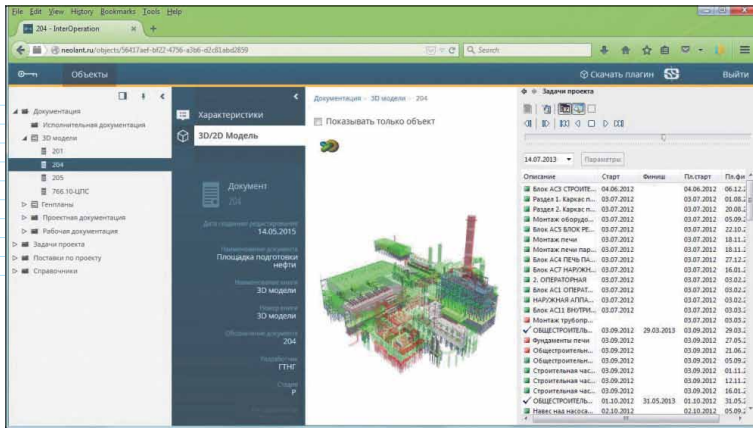


Рис. 3. Мониторинг строительно-монтажных работ (красным выделено отставание от графика)

система управления технологическим процессом); визуализация, мониторинг и анализ наблюдаемых показателей в режиме реального времени;

- учет и анализ производимых ремонтов, отказов, дефектов, отклонений и других событий – на оборудовании, в зданиях и сооружениях объекта;
- контроль состояния сварных швов с внесением и отображением информации по каждому шву;
- обучение эксплуатационного и ремонтного персонала.

InterBridge – российская технология для создания единой информационной 3D-модели объекта

Казалось бы, нет никаких проблем создать единую информационную 3D-модель и управлять объектом на протяжении всего ЖЦ. Но одна из главных проблем сегодняшних САПР, с помощью которых появляется информационная 3D-модель объекта, – это их дисциплинарная ориентированность. Существуют специализированные системы, позволяющие эффективно разрабатывать архитектурно-строительные разделы. Есть системы, закрывающие задачи проектирования автоматизированных систем управления технологическим процессом и электрики. Отдельные мощные решения позволяют оперативно и качественно разрабатывать технологические разделы. Как правило, модели, создаваемые в подобных системах, удовлетворяют высоким требованиям профильных специалистов и содержат большое количество атрибутивной информации, максимально точно описывающей инженерные решения.

Можно спорить, но сегодня на рынке нет универсальных САПР, позволяющих выполнять трехмерное проектирование всех разделов, перечисленных в постановлении Правительства РФ №87 “О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию” от 16.02.2008 г.

Рано или поздно у проектной команды или заказчика возникает потребность интегрировать все профильные дисциплинарные модели (далее – субмодели) в единую модель объекта. Причин тому

множество, но ключевыми являются следующие:

- обнаружение технических и технологических коллизий возможно только на единой междисциплинарной модели;
- необходимо выполнить требования заказчика по передаче комплексной модели.

Информационная 3D-модель обязана работать на ваш бизнес

Для того чтобы информационная модель имела ценность, она должна быть жизнеспособной – насыщенной максимальным количеством полезной информации и востребованной на всех этапах ЖЦ объекта. Только тогда она позволит:

- повысить качество принимаемых технических решений за счет визуализации всех инженерных данных и возможности анализа всех технологических решений, заложенных в модели;
- существенно сократить количество замечаний к проектной документации за счет оперативного поиска и исключения проектных и строительных пространственных и технологических коллизий;
- наладить взаимодействие между контрагентами (инвестор – заказчик – подрядчик), службами (проектировщик – строитель; строитель – инженер по эксплуатации) и дисциплинами (архитектурно-строительное и технологическое проектирование) за счет возможности работать в едином информационном пространстве модели;
- снизить издержки при строительстве и эксплуатации за счет того, что быстрый доступ к нужным данным дает возможность заранее анализировать свою деятельность, решать строительные и эксплуатационные задачи;
- создать добавочную стоимость для бизнеса за счет передачи заказчику, в качестве результата своей работы, информационной модели объекта (желательно без привязки к конкретной САПР/PLM), на основе которой заказчик сможет в любой момент получить необходимые данные, провести их анализ и принять обоснованные инженерные решения.

Как сделать 3D-модель жизнеспособной?

Для решения перечисленных проблем и достижения указанных результатов ГК “НЕОЛАНТ” разработала **InterBridge** – программный продукт для оперативной трансляции графических и атрибутивных САПР/PLM-данных различных платформ с целью формирования, просмотра и анализа единой информационной 3D-модели объекта.

С помощью **InterBridge** можно:

- работать с моделью в удобном формате – без привязки к конкретной платформе САПР/PLM, в компактном (а не тяжеловесном, как у большинства “просмотрщиков”) виде и с сохранением всей информации по объекту. Это позволяет заказчику использовать модель в качестве визуального помощника при принятии решений в зоне своей ответственности, не



Рис. 4. Доступ к атрибутивной информации в InterBridge

отвлекаясь на проблемы приобретения и освоения ненужных дорогостоящих профильных САПР;

- объединять части проекта, выполненные на базе разных платформ САПР/PLM, в единую (то есть с учетом всех дисциплин) информационную 3D-модель объекта (насыщенную всеми необходимыми атрибутивными характеристиками), которая будет иметь ценность для последующего управления объектом в цепочке ЖЦ;

- переводить модель из одного САПР-формата в другой без потери атрибутивной составляющей. Это необходимо в случае, если исполнителю удобно работать в одном формате, а заказчик (конечный пользователь в цепочке ЖЦ объекта) требует другой;

- по необходимости переводить модель в нейтральный формат (например, XML, SAT, STEP, ISO 15926).

Что же получит предприятие от применения технологии *InterBridge*? Единую информационную среду, в основе которой лежит комплексная информационная модель объекта. Вне зависимости от того, какую роль предстоит играть предприятию в цепочке создания и управления объектом (будь то проектный институт, строительная компания или эксплуатирующая организация), технология *InterBridge* позволит компании избежать ряда дорогостоящих и сложных работ и создаст благоприятные возможности, такие как:

- сохранение действующей инфраструктуры САПР/PLM – не нужно тратить деньги на покупку лицензий и внедрение новой САПР/PLM-платформы из-за необходимости работать с исходным форматом, в котором была изначально спроектирована или передана 3D-модель объекта;

- оперативное чтение и визуализация в едином информационном пространстве всех данных (инфраструктурные объекты размером в сотни тысяч элементов);

- принятие решений на основе учета и анализа всех характеристик каждого элемента объекта. Система позволяет в кратчайшие сроки выполнять любые манипуляции с моделью – от импорта до поиска коллизий;

- решение любых прикладных задач за счет визуализации всего объекта с самой высокой степенью детализации и учета взаимного расположения его

элементов (например, при планировании монтажных работ традиционными средствами невозможно одновременно смонтировать трубопровод и вентиляцию), характеристик элементов (например, при необходимости замены лопнувшей трубы можно мгновенно увидеть, какой у нее диаметр и к какому производителю нужно обратиться) и за счет использования системы как рабочего инструмента (например, для замены задвижек необходимо сформировать спецификацию) (рис. 4).

В результате внедрения *InterBridge* достигается:

- 1) экономия времени при выполнении ежедневных операций с большим объемом неоднородных данных;

- 2) экономия средств за счет исключения ошибок, которые возможно заранее отследить с помощью визуализации и анализа всего комплекса данных;

- 3) бесперебойное и безопасное функционирование объекта – за счет возможности интеграции комплексной информационной модели с эксплуатационными системами на объекте, что позволит своевременно проводить регламентные мероприятия (например, вовремя отследить угрозу выхода того или иного оборудования из строя и быстро устранить проблему – все сведения, включая технические характеристики, необходимые для принятия решения и выполнения ремонтных операций, содержатся в модели).

Именно эти возможности сделают предприятие более конкурентоспособным и позволят снизить себестоимость производственных функций, что, в свою очередь, позволит управлять конечной стоимостью выпускаемой продукции или оказываемых услуг, достигая желаемых показателей прибыли.

Эксперты группы компаний «НЕОЛАНТ» обладают многолетним опытом создания и сопровождения информационных моделей крупнейших промышленных объектов страны и делают это в кратчайшие сроки с минимальными ресурсами, а значит, с оптимальной стоимостью для непосредственного заказчика. ☺

Литература

1. Мариненков Д.В., Доробин Д.С., Снежкова Е.А. *InterBridge* – российская технология для создания единой информационной 3D-модели объекта // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2015, №8, с. 70–75.

2. НЕОСИНТЕЗ – первая российская PLM-система для российских предприятий ПГС // *CAD/CAM/CAE Observer*, 2015, №7, с. 62–65.

3. Моделирование промышленных объектов в 3D САПР ПОЛИНОМ // *Автоматизация в промышленности*, 2015, №9, с. 29.

4. Мариненков Д.В. Опыт применения технологий информационного моделирования при реализации инфраструктурных проектов ТЭК // Перспективы развития градостроительства в России: Доклад на научно-практической конференции 12–13 ноября 2015 года.