

## СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Н.В. Самохвалов (АО «Зарубежэнергопроект»),  
Д.В. Мариненков, И.Ю. Новиков, Д.В. Витязев (АО ГК «НЕОЛАНТ»)

*Рассмотрен опыт АО «Зарубежэнергопроект» по созданию комплексных информационных моделей при проведении проектных работ в области строительства, реконструкции и модернизации электростанций. В организации применяется InterBridge – отечественный инструмент для формирования единой информационной 3D-модели (ИМ), учитывающий необходимость привлечения в проект разных исполнителей, взаимодействие со строительным генподрядчиком и эксплуатационной службой объекта.*

*Ключевые слова: комплексная информационная модель, электростанция, 3D-модели, проектирование.*

### Введение

Специфика работы современной проектной организации условно включает два тесно взаимосвязанных блока:

- 1) непосредственное проектирование с применением технологий информационного моделирования;
- 2) управление рабочим процессом, включая верификацию технических решений и представление результатов проектирования. Во втором блоке состав заинтересованных участников расширяется и включает как сотрудников заказчика, так и строительных или инжиниринговых компаний.

АО «Зарубежэнергопроект» – ведущая проектная организация, специализирующаяся на выполнении проектных работ в области строительства, реконструкции и модернизации следующих энергетических объектов: паросиловых, парогазовых и газотурбинных промышленных электростанций; геотермальных электростанций; пусковых и отопительных котельных. Проектируемые объекты с блоками, мощностью 6... 800 МВт, располагаются как в России, так и за рубежом.

### Применение технологий информационного моделирования в АО «Зарубежэнергопроект»

С 1997 г. в компании активно применяются технологии информационного моделирования [1], которые используются не только для проектирования электростанций, но и для удовлетворения обязательного требования со стороны заказчика к проектировщику промышленных объектов. С каждым годом эти требования растут, в том числе к детализации самой модели, которую сегодня необходимо выполнить буквально «до болта».

При переходе на трехмерное моделирование АО «Зарубежэнергопроект» использует комплекс 3D САПР в зависимости от раздела проекта, что свойственно для крупномасштабных технологических объектов. Так, основными инструментами проектирования технологической части были выбраны Intergraph Smart Plant 3D и Tekla Structures. Таким образом компания «закрыла» первый блок задач.

Далее необходимо объединить все части проекта в комплексную информационную модель. Здесь логичным продолжением стало применение SmartPlant Review – среды визуализации для интерактивного

просмотра объемных 3D-моделей с целью проведения технического анализа объекта проектирования или строительства.

На первом этапе трансформации, когда компания только начала реализовывать принципы цифрового моделирования, что было революционно для отрасли на тот момент, сложно было обозначить конкретные ожидания и требования в части работы с ИМ к общему процессу взаимодействия специалистов из разных служб и организаций. Именно на практике стало понятно, что, с одной стороны, важна высокая скорость конвертации высоконагруженной модели, а с другой – простота и удобство работы.

Так, при использовании SmartPlant Review были выявлены ограничения по производительности. Это привело к тому, что сотрудники переставали применять ПО в процессе проектирования, что в свою очередь негативно сказывалось как на качестве проекта, так и на скорости принятия проектных решений.

### Применение InterBridge для создания комплексной информационной модели электростанции

Таким образом, в 2015 г. возникла необходимость в поиске подходящего инструмента, способного эффективно работать с насыщенными информационными 3D-моделями. К тому моменту в компании сформулировали ряд дополнительных требований к выбору такого продукта:

- 1) поддержка преобразования данных популярных САПР/ВМ-платформ (в том числе от вендоров Aveva, Bentley Systems, Intergraph, Tekla) для формирования сводной ИМ, чтобы не приходилось приобретать «родные» средства просмотра и, как следствие, обучать сотрудников;

- 2) учет текущего парка персональных компьютеров, чтобы не возникло вынужденной необходимости в его модернизации, что повлекло бы за собой существенные затраты;

- 3) российская разработка для исключения риска утери данных, необходимых для управления строящимися или действующими объектами, по причине возникновения потенциальных геополитических ограничений;

- 4) достижение оптимального соотношения цена-качество, включая политику лицензирования.

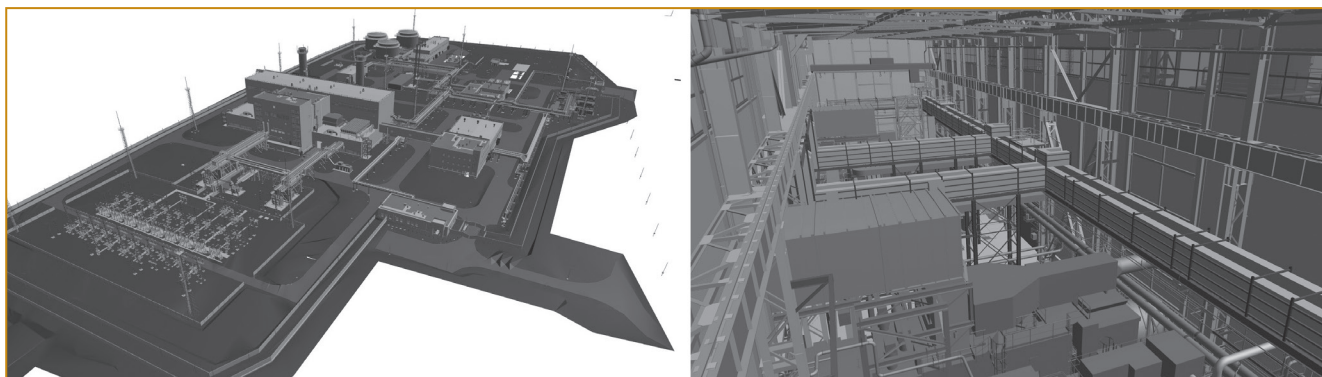


Рис. 1. Маяковская ТЭС. Общий вид и машинный зал в среде InterBridge

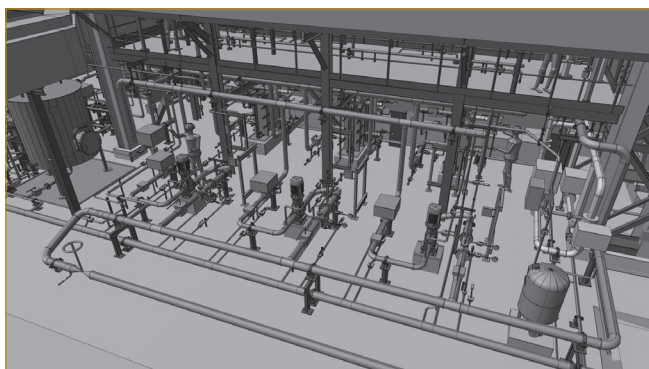


Рис.2. Прегольская ТЭС. Пример компоновки технологических трубопроводов в среде InterBridge

Компания «НЕОЛАНТ» смогла предложить решение, отвечающее всем условиям. InterBridge – это инструмент формирования, просмотра и работы с комплексной ИМ с объединением отдельных моделей по частям проекта, особенностями которого являются:

- передача графической и атрибутивной информации в едином компактном формате \*.r3db, что позволяет визуализировать большие сборки моделей даже на низкопроизводительных ПК;
- широкие функциональные возможности навигации, манипуляций с 3D-моделью, управления данными с привязкой документации, различные визуальные эффекты;
- простая установка и отсутствие необходимости кастомизации и администрирования.

На старте проекта Зарубежэнергопроект приобрел 20 лицензий InterBridge. Продукт сразу начали применять на реальном объекте – ЯМАЛ СПГ. Это интегрированный проект электростанции собственных нужд для комплекса по добыче, сжижению и поставкам природного газа, который предусматривает строительство завода по производству сжиженного природного газа (СПГ) мощностью около 16,5 млн. т/г на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения.

Так как в поставку InterBridge входит подробное интерактивное руководство пользователя, то сотрудники самостоятельно осваивали функциональность без специального внедрения и обучения. Персонал сразу включился в рабочий процесс и оценил простоту использования инструмента и высокую производительность. В соответствии с проведенными замерами на примере модели, объемом около 1,3 млн. элементов, были достигнуты показатели:

Время, необходимое для старта программы, с.....	2
Время загрузки 3D-модели, с.....	13
Время импорта 3D-модели из файла VUE, с.....	167
Размер дистрибутивов программ, Мб.....	3
Размер файлов 3D-модели в форматах данных, Мб.....	735
Задействованный объем оперативной памяти, Мб.....	4313

В результате было принято решение об увеличении числа лицензий до 50 ед., которого на текущих

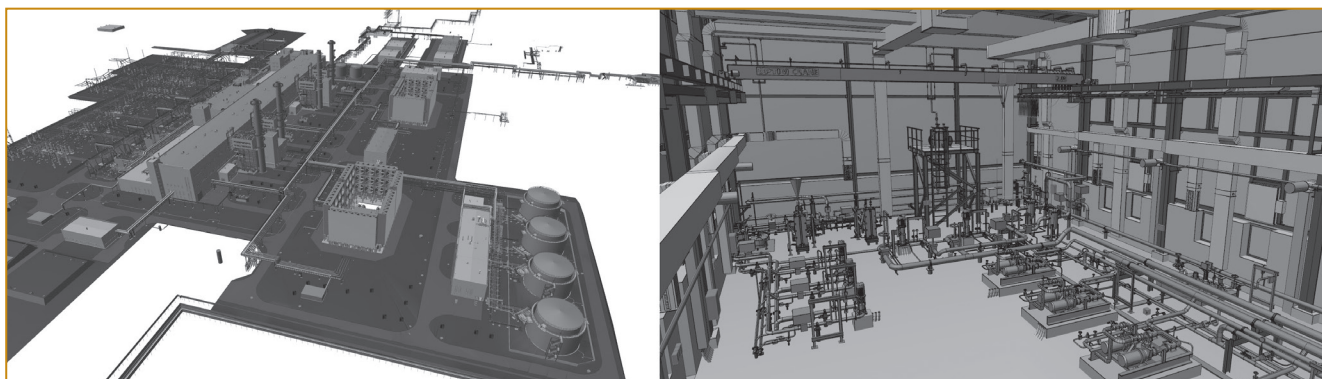


Рис.3. Информационная модель Прегольской ТЭС в среде InterBridge. Общий вид и насосная станция

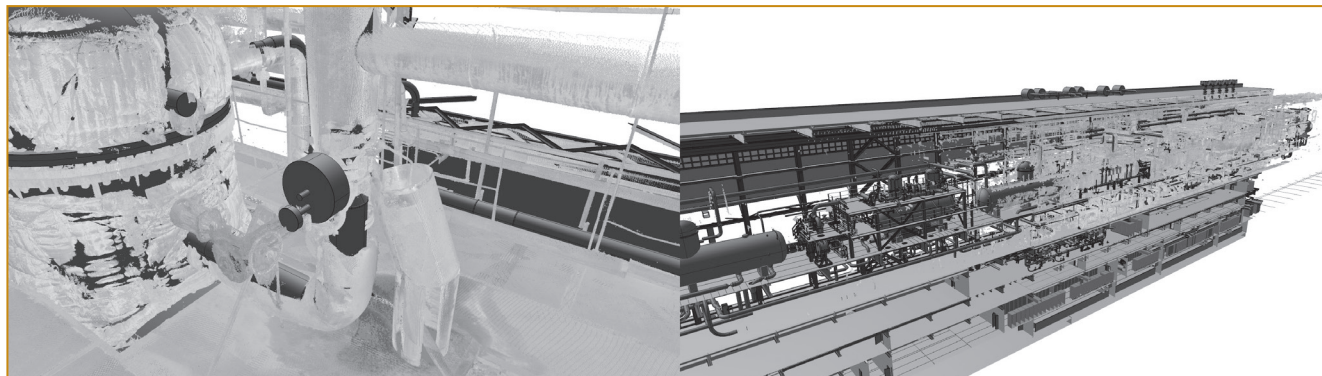


Рис.4. Пермская ЕЭЦ-9. Пример использования результатов лазерного сканирования в среде InterBridge

момент достаточно и покрывает всю необходимую потребность организации.

#### Задачи, решаемые с помощью InterBridge

Сегодня АО «Зарубежэнергопроект» применяет InterBridge для работы с ИМ во всех своих проектах (например, Пермская ТЭЦ-9, Норильская ТЭЦ-2, Прегольская ТЭС, Маяковская ТЭС, Талаховская ТЭЦ) и накопило значительный пользовательский опыт (рис. 1-3).

Рассмотрим ключевые рутинные задачи, которые решаются с помощью штатной функциональности и дополнительного инструментария.

#### Создание, просмотр и демонстрация сводной модели.

Визуализация комплексной цифровой модели нового или реконструируемого объекта – неотъемлемое условие представления результатов проектирования руководству и заказчику, так как позволяет оценивать взаимное расположение оборудования, трубопроводов и строительных конструкций.

За счет того, что InterBridge использует собственный, быстро загружаемый формат хранения данных проекта \*.r3dw, общая геометрия объекта собирается на лету без «зависаний» при манипуляциях с моделью. С InterBridge появилась возможность работать с единой моделью всей площадки строительства.

Формат \*.r3dw поддерживает сохранение настроек проекта и списка видов с подробным описанием. При обновлении файлов-моделей в директории проекта обновление файла-проекта происходит автоматически, что позволяет работать с наиболее актуальной версией ИМ.

#### Создание электронного архива документации.

Специалисты АО ГК «НЕОЛАНТ» и АО «Зарубежэнергопроект» разработали алгоритм массовой привязки документации к элементам моделей или чертежей, реализованный через плагин InterBridge Batch Service. При этом правила, необходимые для выполнения привязки, можно задать двумя способами:

1) вручную внутри плагина – довольно трудоемкий процесс, который в зависимости от объема документации может занимать от нескольких минут до нескольких дней;

2) автоматически с помощью xml-скрипта, что оправдано при работе с большим числом файлов.

В результате формируется информационная модель объекта с полноценным электронным архивом документации внутри и возможностью поиска и перехода от элемента модели непосредственно к документу. Раньше это было возможно только в системе управления инженерными данными (СУИД) НЕОСИНТЕЗ разработки «НЕОЛАНТ Сервис» из семейства ПО для реализации концепции цифровых двойников [2]. При этом СУИД НЕОСИНТЕЗ обладает более гибкими настройками по привязке документации к информационной модели, а также возможностью формирования аналитических отчетов по загруженным данным.

#### Анализ компоновочных решений

В АО «Зарубежэнергопроект» 3D-модель обновляется ежедневно и для любого руководителя InterBridge является единственным инструментом, в котором можно проверить работу всех задействованных исполнителей. Важно контролировать непосредственно процесс создания модели и вносить необходимые изменения «по ходу дела», а не дожидаться ее окончательной разработки, выпуска чертежей и потом давать к ним соответствующие замечания, которые неизбежно приведут к корректировке модели.

#### Сравнение модели «как спроектировано» с «как построено»

Завершающим этапом подготовки ИМ перед передачей на стройплощадку является автоматическое обнаружение, исключения пространственных коллизий на комплексной ИМ, полученной за счет объединения частей проекта, выполненных в разных САПР/ВМ-форматах.

Дальше информационная модель продолжает жить и в результате процесса сооружения неизбежно меняется по разным причинам, включая вступление в силу новых или измененных требований действующих норм и правил в области технического регулирования.

Соответственно, чтобы привести ИМ в актуальное состояние, уже по факту выполненных строительно-монтажных работ используют методологию лазерного сканирования. То есть на модель «как спроектировано» накладывается облака точек, после чего визуально

проводится проверка на соответствие. Найденные расхождения фиксируются в виде точек обзора в InterBridge (можно сохранить в виде скриншота) и передаются проектировщику для обработки.

Файлы облаков точек лазерного сканирования имеют большой размер, из-за чего работа с ними непосредственно в САПР затруднительна. InterBridge позволяет стабильно работать (как со сводными моделями) с одним или несколькими массивными облаками точек в форматах \*.zprts и \*.pocst, что при использовании в связке с САПР на отдельных экранах существенно оптимизирует работу (рис. 4).

#### Заключение

Спустя более 5 лет применения InterBridge в АО «Зарубежэнергопроект» сотрудники подтверждают, что инструмент используется на каждой стадии жизненного цикла создания и сопровождения объектов. В работы с моделями вовлечено значительное число сотрудников как внутри проектного института, так и со стороны заказчика, строительного генподрядчика.

*Самохвалов Николай Владимирович – первый заместитель ген. директора АО «Зарубежэнергопроект»,  
Мариненков Денис Владимирович – директор дивизиона инженерных моделей,  
Новиков Иван Юрьевич – ведущий специалист отдела интеграционных решений,  
Витязев Демид Владиславович – ведущий специалист АО ГК «НЕОЛАНТ».*  
[Http://www.neolant.com](http://www.neolant.com)

#### Сбер оценил эффект от внедрения искусственного интеллекта для разных отраслей

Искусственный интеллект (ИИ) позволяет в разы повысить эффективность процессов в различных отраслях экономики, следует из анализа, проведённого Сбером на основании разработанной им же методики, которая была обсуждена на международной конференции по ИИ и анализу данных Artificial Intelligence Journey 2021.

Для оценки эффектов от внедрения технологий ИИ Сбер разработал комплексную методику. Оценка того или иного отраслевого проекта с ИИ проводится по пяти критериям: скорости, качеству, объективности, экономической эффективности и персонализации. Анализ международного и российского опыта показал, что внедрение ИИ обычно ведёт к улучшению этих показателей в 5...7 раз. В частности, использование ИИ для контроля качества продукции в промышленности позволяет сократить число ошибок и повысить точность выявления дефектов до 99%. А использование ИИ для предиктивного обслуживания транспортных средств снижает затраты на обслуживание до 25% за счёт минимизации простоев и максимизации производительности.

Критерий «скорость» в разработанной Сбером методике измеряет среднее время выполнения клиентского пути, в том числе такие показатели, как Time2Market, Time2Delivery, LeadTime, среднее время приезда скорой помощи, среднее время ответа на обра-

сократились сроки поиска технической документации на строительной площадке – до 5 мин на документ, что повысило оперативность принятия инженерных и управленческих решений. На этапе сооружения/реконструкции ускоряется поиск информации по всем частям проекта, так как к каждому объекту в модели соответствует номер WBS.

Подразделение эксплуатации использует инструмент для обучения персонала, а также для поиска информации и документации, всегда имея под рукой, по сути, цифровой прототип объекта.

#### Список литературы

1. *Мариненков Д.В.* Опыт применения технологий информационного моделирования при реализации инфраструктурных проектов топливно-энергетического комплекса // Вестник МГСУ. 2016. №1.
2. НЕОСИНТЕЗ – первая российская PLM-система для российских предприятий ПГС // Автоматизация и ИТ в энергетике. 2016. №1.

жение и др. «Качество» показывает удовлетворённость пользователя полученным сервисом или продуктом, например, Customer Satisfaction Index (CSI), индекс потребительской лояльности/готовности рекомендовать (NPS) и т. д. «Объективность» отражает долю решений, принятых без участия человека (например, сокращение числа ошибок из-за человеческого фактора), «экономическая эффективность» – выручку/затраты на единицу продукции (в том числе чистую приведенную стоимость, выручку от продажи пшеницы на один гектар, затраты на перевозку одной тонны груза на одну тысячу километров и др.). Критерий «персонализация» оценивает долю продуктов или услуг, параметры которых подобраны под пользователя, в частности, долю студентов, обучаемых по индивидуальным программам обучения, долю клиентов с персональными предложениями и т. п.

На основании расчета параметров по каждому из пяти критериев вычисляется итоговый ИИ-рейтинг проекта или портфеля таких проектов, а также их финансовые показатели (NPV, IRR) для принятия взвешенного решения об их реализации.

Разработанная Сбером методика позволяет оценить эффекты от внедрения искусственного интеллекта в промышленности, транспорте, сельском хозяйстве, здравоохранении, образовании, государственном управлении и других отраслях.

[Http://sberbank.ru](http://sberbank.ru)