

с «Кузбасской энергосетевой компанией». Работы по созданию и вводу в эксплуатацию второй и третьей очередей АСДКУЭ выполнены и выполняются в настоящее время специалистами ООО «КЭнК» при технической поддержке специалистов фирмы «КРУГ». Поставку ПТК и ПО верхнего уровня осуществляет НПФ «КРУГ».

#### Итоги эксплуатации АСДКУЭ

Руководство ООО «КЭнК» достойно оценило работу фирмы КРУГ и сделало следующие выводы по внедрению АСДКУЭ:

- ПТК КРУГ-2000 на базе контроллера DevLink-C1000 и SCADA КРУГ-2000 полностью со-

ответствует всем требованиям технического задания на систему;

- система в полной мере удовлетворяет критерию соотношения цена/качество;
- НПФ «КРУГ» постоянно оказывает оперативную и эффективную помощь в развитии системы.

#### Список литературы

1. Цветков Ю.Д. Эволюция автоматизированных систем оперативно-диспетчерского управления подстанциями // Автоматизация в промышленности. 2013. № 11.
2. Емельянов К.С. Организация учета электроэнергии на предприятии — первый шаг на пути к энергоэффективности // Автоматизация в промышленности. 2010. №10.

*Балабанов Александр Вячеславович — ведущий специалист,*

*Гурьянов Лев Вячеславович — канд. техн. наук, ведущий специалист НПФ «КРУГ»;*

*Заславский Сергей Владимирович — ведущий инженер, Кривошеев Антон Владимирович — инженер отдела АСКУЭ ООО «КЭнК».*

*Контактный телефон (8412) 499-775.*

*E-mail: krug@krug2000.ru*

*Http://www.krug2000.ru*

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

### Группа компаний НЕОЛАНТ

*Рассмотрены возможности для консолидации данных, влияющих на эффективность управления инфраструктурой энергетики, в едином ядре — информационной инженерной модели предприятия. В результате повышается и эффективность, и безопасность эксплуатации объектов электроэнергетики. Приводятся примеры реализованных решений и выполненных проектов на базе ИМ.*

*Ключевые слова: электроэнергетика, информационная модель, цифровая модель, информационная инженерная модель, база данных, кросс-платформенность, интерфейс, 3D модели.*

#### Введение

Электроэнергетика — одна из базовых отраслей промышленности страны. Для отрасли характерны большие инвестиции в создание инфраструктуры и длительный срок жизненного цикла объектов. В условиях рыночной экономики результатом владения индустриальной инфраструктурой должен стать эффективный возврат инвестиций. В то же время эксплуатация энергетических объектов влечет за собой высокую ответственность и необходимость учета производственных интересов всех остальных отраслей народного хозяйства, интересов населения и соблюдения требований безопасности.

Найти баланс экономических интересов и общественно-государственных требований помогают информационные технологии, служащие инструментами для правильного управления предприятиями электроэнергетики.

До недавнего времени ИТ-системы, помогающие экономически управлять объектами энергетической инфраструктуры и эксплуатировать их, представляли набор разрозненных инструментов. Все эти системы использовали зачастую обособленные хранилища данных, формируемые для решения частных задач служб

центрального аппарата и эксплуатирующих организаций. А эффективность их применения сильно зависела от «человеческого фактора»: данные вводили люди с разным уровнем квалификации, контроль за их работой было довольно трудно обеспечить, что сказывалось на качестве данных в информационных системах.

Сегодня ситуация в корне изменилась — появились реальные возможности для консолидации данных, влияющих на эффективность управления инфраструктурой предприятия энергетики, в едином ядре — информационной инженерной модели предприятия.

#### Информационная модель: решаемые задачи и технологии реализации

Информационная модель (ИМ) — это база данных (БД), в которой консолидируется и интегрируется информация об объекте реального мира. ИМ содержит 3D модели (рис. 1), паспорта объектов, архив документации и другую информацию по объектам в структурированном и взаимосвязанном виде. Под объектом реального мира понимается промышленное предприятие/гражданское сооружение/город или их часть — отдельное здание, система, оборудование.

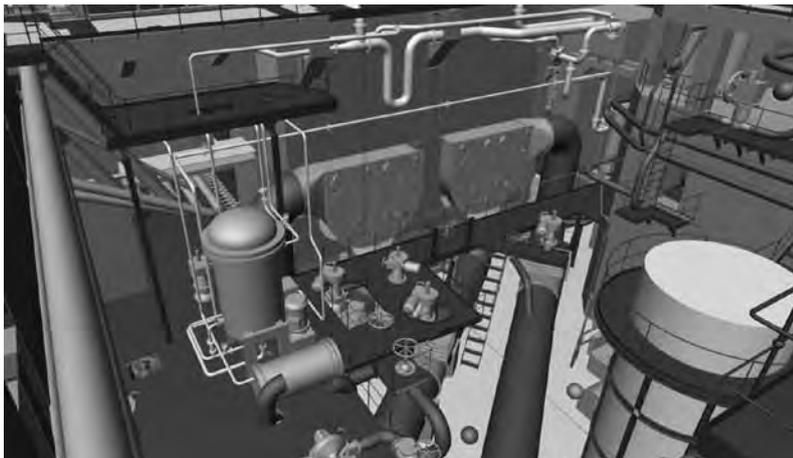


Рис. 1. 3D модель промышленного объекта

Информационная модель является цифровым прототипом объекта, в котором однозначно определен каждый его элемент и обеспечена их логическая взаимосвязь. Именно структура и назначенные взаимосвязи — основные признаки ИМ.

Возможная классификация типов ИМ в зависимости от задач, для решения которых они предназначены, представлена в таблице.

Система управления данными ИМ — в первую очередь их актуализацией — вкупе со специализированными приложениями позволяет принимать управлен-

ческие, технологические и инженерные решения и помогает их реализовывать самым разным службам объекта электроэнергетики.

Разница по сравнению с решениями для автоматизации прошлого поколения без ИМ заключается в том, что:

- гарантируется полнота и актуальность информационной подосновы принимаемых решений;
- принятие решения поддерживается большим набором информационных «срезов» благодаря внедрению модулей аналитики, которым доступны все данные информационной модели;
- повышается оперативность принятия решений благодаря удобным визуальным графическим интерфейсам для работы с ИТ-инструментами, выстроенными на базе ИМ.

При «штатном» режиме формирования промышленной (в том числе энергетической) инфраструктуры ИМ создается на этапе проектирования. Естественным инструментарием для решения этой задачи являются системы автоматизированного проектирования (САПР), прошедшие путь от технологий электронного 2D черчения до 3D моделирования и формирования подосновы для управления жизненным циклом объектов (Product Lifecycle Management, PLM).

Таблица

• Техно-экономическое обоснование • Проектирование • Строительство • Эксплуатация	объемов и взаимного расположения объектов	• Создание видеоматериалов, анимации, «облетов» территории • Ознакомление персонала с расположением объектов на предприятии • Создание 3D генплана предприятия	3D (« »)	Системы трехмерной графики и анимации (де факто 3ds Max)
• Проектирование • Эксплуатация (реконструкция)	Проверка на пространственные коллизии при проектировании (3D моделировании) объекта или пространственно-временные (при привязке к 3D сетевым графикам – использовании 4D моделей)	• Автоматическое получение планов, разрезов, изометрических чертежей, спецификаций • Расчет объемов материалов и работ	3D	САПР
• Строительство • Эксплуатация • Вывод из эксплуатации	: сбор, хранение и организация доступа	• Визуализация данных • Поиск и выделение объектов по параметрам • Поиск связанной с объектами документации (проектной, исполнительной, эксплуатационной и т.п.)	3D (« »)	• PLM/PDM • Средство навигации по 3D модели
• Строительство • Эксплуатация • Вывод из эксплуатации	• процессов • Поддержка принятия решений	• Широкий спектр задач с участием инженерных данных		• PLM • САПР • Мобильные интерфейсы • Интеграционные модули • Аналитические модули • EDoc
• Строительство • Эксплуатация • Вывод из эксплуатации	• и процессов • Оптимизация технологических процессов	• Визуализация хода процессов • Моделирование аварийных ситуаций и выбор наилучших способов их устранения		Программы для визуализации (графический движок) и/или программы для симуляции физических явлений (физический движок)
• Строительство • Эксплуатация • Вывод из эксплуатации	• монтажных бригад, строительного и обслуживающего персонала	• Обучение действиям в условиях чрезвычайных ситуаций • Обучение работе с робототехникой • Виртуальные инструкции по сборке	( )	• Графический, физический движок • Интерфейс взаимодействия с моделью объекта

*Инженерное моделирование способно продемонстрировать, что будет, если взять теорию и приделать к ней колеса...*  
Ремейк по фразе Леонард Луис Левинсон

Создание ИМ уже на стадии проектирования объекта (не только электроэнергетики, но и предприятия нефтяной промышленности или даже угольного разреза) позволяет при анализе качества проекта выявить возможные пространственные и временные коллизии — нестыковки конкретных конструкций и ошибки, например, логистики и планирования строительно-монтажных работ (СМР). Ведь «правильная» ИМ промышленного объекта содержит информацию о его архитектурно-строительной части, данные о технологическом оборудовании (как на системном уровне, так и в части конкретной инженерной и логистической информации об отдельных элементах), об иных инженерных системах и, «глубже», о логистике, о планах и реалиях СМР и пр.

Применение современных САПР для проектирования сложного промышленного объекта позволяет реализовать ИМ в виде автоматизированной информационной системы (АИС). Программные средства этой АИС обеспечивают представление по окончании процесса проектирования рабочей документации объекта в стандартной комплектации и видах на основе содержащейся в БД информации.

Информационная модель может быть создана и для уже построенного и эксплуатируемого объекта. Например, сегодня в атомной отрасли технология «цифрового» реинжиниринга проектов уже эксплуатируемых энергоблоков АЭС и построение их ИМ для нужд эксплуатирующей организации — «Концерн Росэнергоатом» — позволяет повысить эффективность и безопасность работ по их последующему выводу из эксплуатации [1].

Безусловно, для сложных промышленных объектов возможности создания ИМ, удовлетворяющей техническим и административным регламентам заказчика, обеспечивает не «коробочная» версия САПР или набор «коробочных» САПР и средств автоматизации инженерных расчетов. Успешное внедрение информационного моделирования на основе «многовендорного» инструментария осуществляется быстрее при участии системного интегратора в создании единой платформы для проектирования и последующего управления объектом в течение ЖЦ.

#### Примеры реальных проектов на основе ИМ

Пятилетний совместный труд заказчика (Госкорпорация «Росатом» в лице ОАО «НИАЭП», ОАО «АЭП» и ПКФ ОАО «Концерн Росэнергоатом»), вендора (корпорация Intergraph) и компании НЕОЛАНТ превратили SmartPlant Enterprise в эффективный САПР/PLM-инструментарий для создания ИМ энергоблоков АЭС.

В результате новаторскими проектами атомной отрасли на базе ИМ стали:

- система управления инженерными данными (СУИД) для целей проектирования энергоблоков АЭС на основе ИМ, включающая модули 3D проектирования, разработки функционально-технологических схем, проектирования электротехнической части и КИПиА, проектирования строительной части;

- инструментарий для автоматизированного формирования сводной заказной спецификации (СЗС) в проекте ВВЭР-ТОИ. Основа решения — взаимовязанная работа информационных систем SmartPlant Enterprise for Owner/Operators и SmartPlant Materials платформы SmartPlant Enterprise, поддерживаемая подсистемой Document Management платформы SmartPlant Foundation.

Уместно заметить, что инновационное внедрение инструментов SmartPlant Enterprise и методологии ИМ в проектных организациях атомной отрасли было бы невозможно без огромного объема «черновой» работы, выполненной НЕОЛАНТ, включая:

- наполнение каталогов БД по материалам и комплектующим;

- создание и отраслевое внедрение используемых при 3D конструировании и проектировании каталогов подвесных и подпорных конструкций; централизованной БД по арматуре.

Когда ОАО «НИАЭП», ОАО «АЭП» и ПКФ ОАО «Концерн Росэнергоатом» задались целью объективного выбора инструментов САПР для своих задач, то «в финал» вышли Dassault Systèmes и Intergraph. Проектные организации «Росатома» выбирали ИТ-инструменты класса high end, поддерживающие возможности управления жизненным циклом (ЖЦ) АЭС. Методика сравнительного анализа включала оценку предложений каждого из вендоров по согласованному перечню критериев и сверку их суммарных показателей. По результатам отбора в состав инструментов были включены программные продукты как Intergraph, так и Dassault Systèmes. Было сочтено, что Dassault имеет развитый функционал моделирования строительных работ и подготовки соответствующей документации, тогда как ПО Intergraph хорошо адаптировано для создания инженерного проекта энергоблока АЭС, полевого инжиниринга непосредственно на площадках сооружения АЭС, позволяет использовать при этом достаточно простую ИТ-инфраструктуру [2].

Компания «НЕОЛАНТ» внесла свой вклад в становление технологии Multi-D, выполнив такие интеграционные проекты, как:

- создание адаптера передачи данных по оборудованию от поставщиков из отраслевого каталога на базе Dassault Enovia в систему управления проектными каталогами Intergraph SmartPlant Reference Data Plus;

- разработка модуля интеграции Intergraph SmartPlant Foundation со сферическими панорамами —

фотореалистичными изображениями объекта, собранными из множества отдельных кадров и позволяющими полностью визуализировать окружающее пространство (угол охвата составляет 360x180 градусов).

### Информационная модель как основа удобного интерфейса системы автоматизации

Информационная модель — это источник готовых элементов объекта и связей между ними для построения наглядного реалистичного 3D интерфейса, упрощающего «навигацию» по промышленному объекту на всех стадиях его жизненного цикла. Это открывает еще одну грань достоинств методологии построения инженерной ИМ объектов капитального строительства — возможность реализации на ее основе удобного интерфейса для интерактивного поиска и просмотра информации по промышленному объекту.

Ведущими вендорами САПР/PLM предлагаются «коробочные» версии специализированных средств визуализации результатов информационного моделирования. В качестве примеров можно привести:

- SmartPlant Review — инструментарий визуализации для пользователей PLM-системы Intergraph SmartPlant Enterprise;
- Navisworks — система визуальной интерактивной навигации компании Autodesk;
- Navigator/ProjectWise Navigator компании Bentley.

Однако ИМ зачастую создается в рамках кросс-платформенной разработки с использованием «лучших в своем классе» или наиболее удобных для заказчика инструментов для проектирования.

Для работы в этих условиях НЕОЛАНТ предлагает кросс-платформенный инструментарий на базе продуктов InterBridge и InterView, разработанном экспертами компании.

InterBridge — это программная реализация технологии трансляции графических и семантических 2D/3D данных между различными САПР. Инструмент позволяет формировать итоговую единую проектную цифровую модель объекта средствами той платформы САПР/PLM, которая указана заказчиком.

Программное обеспечение InterView поддерживает интерактивную навигацию по единой цифровой модели объекта, интегрирующей информацию о нем из различных источников и платформ с использованием InterBridge. Одно из расширений InterView позволяет формировать базу работ проекта, импортировать работы из систем календарно-сетевое планирования (например, из Primavera), отслеживать состояние их выполнения и показывать на 3D модели состояние хода работ на выбранную дату.

InterBridge и InterView расширяют возможности для создания 3D интерфейсов на основе ИМ за счет

поддержки многоплатформенных разработок, в которых используются разные САПР.

В интерфейсе для работы с системой управления на основе ИМ реализуются различные «представления» — 2D/3D модели, сферические панорамы, генплан, технологические схемы, файлы-документы, календарно-сетевые графики, аналитические панели. При визуальном указании на графическое изображение объекта в любом таком представлении интерфейс работы с ИМ идентифицирует его и предоставляет доступ к связанным с ним данным и документам.

### Выводы

В АИС на основе ИМ для поддержки управления объектом электроэнергетики на разных этапах его ЖЦ реализуется набор базовых функций для:

- доступа к проектным документам напрямую из интерфейса модели;
- быстрого поиска объектов по различным критериям;
- доступа к паспортным характеристикам любого элемента модели по «клику» мыши;
- получения спецификаций по выделенным в модели элементам;
- интерактивной навигации по объекту, обзор 3D модели объекта из любой точки пространства в любом ракурсе;
- просмотра элементов модели целиком или по проектируемым подсистемам;
- автоматизации прикладных измерений и расчетов инженерного и экономического характера.

Эта же система на основе ИМ легко может быть дополнена специализированными инструментами, прикладными сервисами для решения задач, возникающих при эксплуатации объекта, его модернизации или утилизации.

Принципы ИМ для создания новых энергетических мощностей включают передачу ее на все этапы ЖЦ по правилам эстафеты с сохранением всего, что накоплено. В динамике ЖЦ модель рождается раньше объекта и не исчезает с его утилизацией. После вывода из эксплуатации и возможной утилизации объекта модель в руках эффективного собственника может стать прототипом следующего сооружения и в дальнейшем вновь попасть на первый этап.

### Список литературы

1. Апаркин Ф., Шапошников В. Стимул — эффективность. Практическое использование баз данных вывода из эксплуатации блоков АЭС с применением трехмерного моделирования // РОСЭНЕРГОАТОМ. 2011. №3. с. 27-29.
2. Зяблов А. Технология Multi-D в проекте «ВВЭР-ТОИ//РОСЭНЕРГОАТОМ». 2012. № 12.

Контактный телефон (499) 999-00-00.  
[Http://www.neolant.ru](http://www.neolant.ru)