АО "Атомстройэкспорт": современные методы проектирования энергоблоков АЭС

Разработка проектов сложных инженерных объектов (атомной и тепловой энергетики, нефтегазового комплекса, судостроения) в настоящее время уже не представляется возможной без использования современных методов проектирования (информационного и 3D-моделирования) и управления информацией на протяжении всего жизненного цикла объекта.

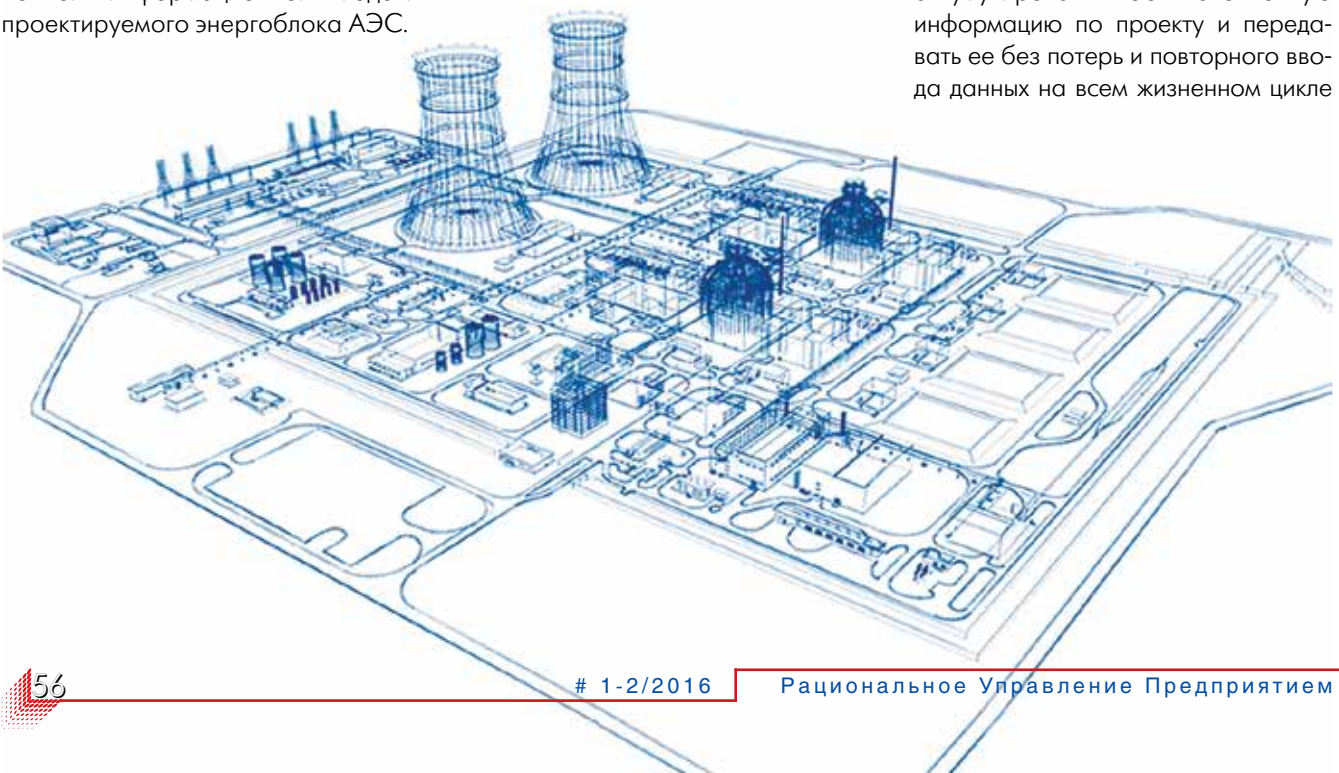
Инжиниринговый дивизион Госкорпорации "Росатом", состоящий из трех крупных инжиниринговых компаний: АО "НИАЭП", АО "Атомстройэкспорт" и АО "Атомэнергопроект", является лидером отрасли по разработке и широкомасштабному внедрению в своих проектах технологий создания единого информационного пространства для работы всех участников проекта, основанных в первую очередь на полной информационной модели проектируемого энергоблока АЭС.

Для успешного выполнения задач управления информацией в системах управления закупками, сооружением, эксплуатацией крайне важно заложить фундамент для работы данных систем на стадиях проектирования и разработки рабочей документации, создав единую информационную модель сооружаемого объекта, включающую полную информацию об объекте – 3D-модели, проектную потребность, документацию и т.п.

В АО "Атомстройэкспорт" внедрено и успешно используется на всех текущих проектах компании комплексная система управления проектированием, объединяющая в единое целое данные из различных САПР, а также систем управления информацией по энергоблоку на стадиях проектирования и сооружения, включая полный набор регламентов и процедур, позволяющих работать в данной системе.

Применяемая информационная система позволяет не только выполнять проектирование и конструирование объекта с использованием современных информационных технологий, но и осуществлять комплексное управление информацией по всем составляющим энергоблока АЭС – от непосредственно проекта энергоблока в формате 3D, закупки и поставки реального оборудования, управления сроками, ресурсами, стоимостью при сооружении АЭС до верификации данных и управления требованиями к проекту (рис. 1).

Центральным компонентом данной информационной системы является система управления инженерными данными (СУИД), позволяющая аккумулировать всю накопленную информацию по проекту и передавать ее без потерь и повторного ввода данных на всем жизненном цикле



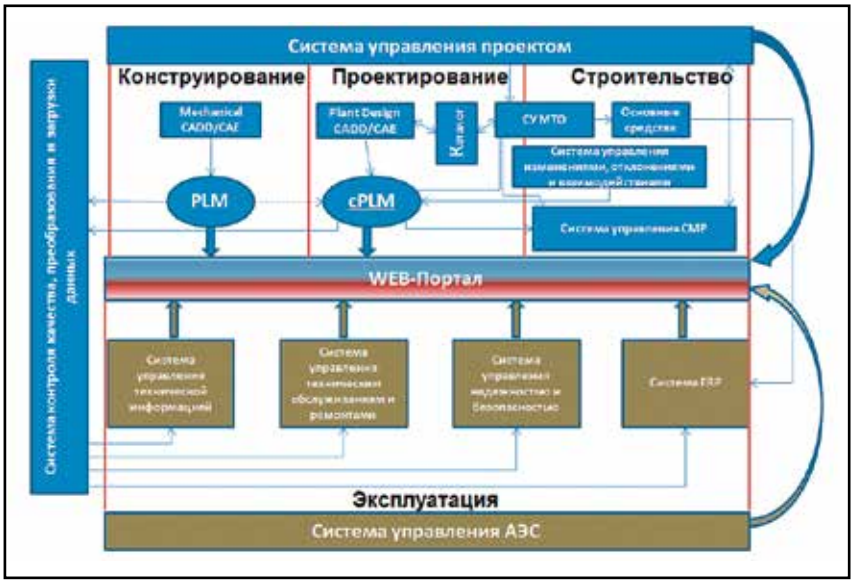


Рис. 1

энергоблока – от проектных основ до вывода объекта из эксплуатации. Фактически создан центр коллективного пользования информацией по проекту, физически располагающийся у генерального проектировщика, но посредством современных каналов связи и регламентов обеспечивающий удаленную работу всех участников проекта.

В качестве основной платформы СУИД в АО "Атомстройэкспорт" принята базовая интеграционная система SmartPlant Enterprise (разработка корпорации Intergraph), являющаяся интеграционным решением, объединяющим в себе следующие программные модули:

- SmartPlant P&ID (SP P&ID) – система для создание функционально-технологических схем;
- SmartPlant 3D (SP3D) – комплексная система трехмерного проектирования;
- SmartPlant Electrical (SPE) – модуль для проектирование систем электроснабжения;
- SmartPlant Instrumentation (SPI) – модуль для проектирования систем автоматизации;
- SmartPlant Review (SPR) – система визуализация комплексной трехмерной модели, включая связь с календарно-сетевым планированием и разработку сложных ППР;
- SmartPlant ReferenceDataBase (SPRD) – система создания и управления проектными каталогами;
- SmartPlant Foundation (SPF) – система управления инженерными данными и документами – центральный модуль программного комплекса SmartPlant Enterprase.

После определения ИТ-платформы была разработана архитектура и концепция настраиваемой комплексной информационной системы и развернуты работы по ее созданию.

Система управления инженерными данными проекта обеспечивает средства сбора, структурированного хранения и представления пользователю инженерно-технической информации, а также передачу инженерной информации между модулями системы, что позволяет:

- формировать информационную модель АЭС в виде иерархически организованной системы объектов с применением принятой в проекте структуры декомпозиции энергоблока;
- обеспечить интеллектуальную взаимосвязь инженерных данных различных дисциплин проекта;
- обеспечить возможность привязки объектов модели к различным видам документации;
- сохранять историю изменений данных об объектах модели;
- обеспечить навигационную среду для быстрого и удобного поиска технической информации и документов на основе принятых систем кодирования и классификации;
- автоматизировать бизнес-процессы;
- управлять изменениями;
- обеспечить визуальную (без программирования) разработку маршрутных карт, описывающих жизненные циклы и процедуры обработки для различных типов документов.

В рамках настройки СУИД проекта была проведена не только техническая работа по ее непосредственной настройке, но и большая организационная и методологическая работа, а именно:

- разработаны стандарты применения в рамках проекта систем классификации и кодирования оборудования, компонентов и места их расположения на основе системы KKS, а также кодирования материалов на основе системы кодирования MCS;
- разработана уникальная система кодирования документации проекта на основе международного стандарта МЭК 61355-1 "Классификация и обозначение документов для станций, систем и оборудования. Часть 1: Правила и классификационные таблицы";
- сформированы и стандартизированы принципы формирования проектной документации, получаемой из информационной модели. На основе данных принципов разработан механизм формирования и управления комплектами проектной документации, получаемой из информационной модели;
- разработана серия стандартов по оформлению документации проекта, получаемой из информационной модели (с учетом особенностей всех программных комплексов, используемых при создании информационной модели и получении из нее документации);
- разработан комплект методологических документов по настройке всех модулей комплексной информационной системы проекта, а также детальные инструкции и руководства по работе пользователей с данными модулями (более сотни регламентирующих документов);

- организовано обучение и постоянная информационная поддержка участников проекта по проектированию в созданной информационной среде проекта. Сломать психологические барьеры опытных проектировщиков от бумаги к 3D-проектированию удалось за счет объединения в пары опытного проектировщика и молодого специалиста. Таким образом, была успешно решена задача перехода на новые технологии и передачи лучших практик от опытного специалиста к специалисту, только начинающему свою профессиональную карьеру, а также сформирована уникальная проектная команда, успешно реализовавшая поставленные перед ней задачи.

Базисом для построения 3D-модели энергоблока стали схемные решения, включая технологическую, электротехническую часть проекта и КИПиА. В современной информационной среде схемные решения представлены в виде интеллектуальных документов, содержащих базу данных, описывающую проектные решения, с возможностью передачи необходимой информации в модуль управления инженерными данными.

Модуль построения схем P&ID обеспечивает проектирование и отображение функционально-технологических схем систем, включая оборудование, трубопроводные линии, арматуру, точки включения КИПиА, а также реализует связь технологических схем с трехмерной моделью объекта для обеспечения соответствия схемного и пространственного проектирования.

В процессе разработки проекта технолог (группа технологов) создают проект технологической системы в SmartPlant P&ID (P&I-диаграмму), где отображаются трубопроводы, элементы трубопроводов, технологическое оборудование (теплообменники, насосы, баки и т.п.) и исполнительные механизмы (трубопроводная арматура, электрооборудование и т.п.), а также необходимый для дальнейшего проектирования в различных специальностях объем информации по каждому элементу, входящему в состав технологической схемы. Таким образом, P&I-диаграммы фактически являются техническим заданием для всех специальностей, задействованных в процессе проектирования. P&I-диаграммы постоянно наполняются данными в процессе проектирования, и в случае изменения каких-либо данных по любым элементам проекта эти изменения вносятся прежде всего в P&I-диаграмму и затем передаются с новой версией документа в другие проектные дисциплины.

С целью унификации работ с P&I-диаграммами в программном модуле SmartPlant P&ID разработана библиотека (каталог элементов), включающая в себя порядка 270 условных обозначений элементов, используемых при проектировании АЭС.

Настроена централизованная база знаний – правила передачи и сравнения необходимых значений атрибутов элементов P&I-диаграммы для проверки правильности внесения данных и избавления от рутинных операций, т.е. внесения одного значения на несколько элементов. Правила обеспечивают валидацию данных на протяжении всего процесса проектирования и при изменении одного элемента позволяют делать автоматические обновления, что значительно экономит время разработчиков и повышает качество проектирования.

Для обеспечения идентичности данных в модулях разработки

Рис. 2

технологических схем и 3D-компоновки был разработан механизм передачи всех необходимых технологических параметров из схемы в модуль 3D-проектирования и обеспечена необходимая корреляция данных между этими приложениями.

Разработка компоновочных решений проводится в модуле 3D-проектирования – SmartPlant 3D. В рамках разработки информационной системы проектирования АО "Атомстройэкспорт" специалисты компании значительно расширили и дополнили базовый функционал данного модуля, в итоге получился уникальный программный продукт, позволяющий выполнять комплексное 3D-проектирование по всем дисциплинам проекта и получать рабочую документацию непосредственно из 3D-модели (рис. 2).

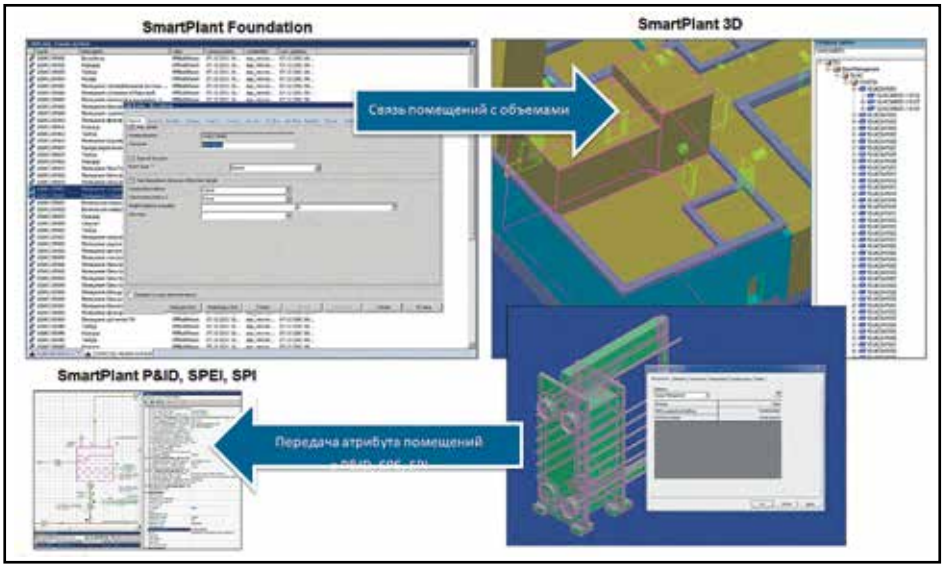


Рис. 3

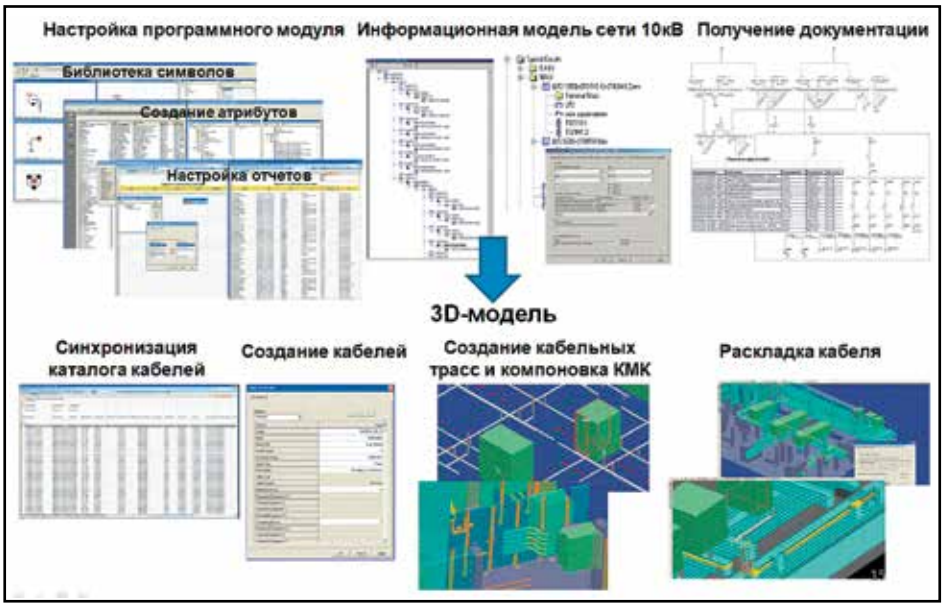


Рис. 4

Отдельно следует отметить, что для повышения качества 3D-проектирования был разработан также организационный и технический механизм управления коллизиями в 3D-проекте, позволяющий осуществлять проверку на коллизии не только физических элементов, но и различных пространств, таких как пути эвакуации, пути перемещения транспортного оборудования, пространства для обслуживания различного оборудования, изоляции трубопроводов и венткоробов. Был разработан механизм получения регулярных отчетов по имеющимся в модели коллизиям и регламент работы проектировщиков по их устранению.

Еще одной важной доработкой стандартного функционала модуля трехмерного проектирования стал настроенный механизм управления помещениями проекта. Данный функционал позволил промаркировать помещения всех зданий неизменяемой части проекта и создать полный перечень свойств данных помещений (маркировка помещения, наименование, уровень ионизирующего излучения, категория по взрывопожарной и пожарной опасности, категория обслуживания, теплопоступления и т.д.), получаемый из различных проектных модулей, а также установить связи помещения со всеми проектными позициями, размещенными в его объеме. Данная информация необходима на протяжении всего жизненного цикла энергоблока, как для управления помещениями и их обслуживания, так и для управления и обслуживания оборудования и механизмов, расположенными в конкретных помещениях энергоблока (рис. 3).

Для целей проектирования электротехнической части проекта и КИПиА были произведены настройки модулей SmartPlant Electrical и SmartPlant Instrumentation. Описаны основные принципы работы с ними, подготовлены руководства для пользователей, разработаны стандарты по выполнению документации, получаемой из информационной модели, созданы проектные каталоги комплектующих, используемые при проектировании и конструировании электротехнической части проекта, разработан механизм передачи кабелей в SmartPlant 3D для раскладки и возвращения результатов кабельной раскладки в SmartPlant Electrical с целью формирования кабельного журнала (рис. 4).

Также отдельно следует остановиться на применяемом функционале централизованного управления

Рис. 5

проектными позициями на базе решения SPO (SmartPlant Enterprise for Owner Operators) Tag Management. В рамках реализации настройки модуля управления проектными позициями был проведен анализ оборудования, входящего в состав проекта, разработана классификация проектных позиций и моделей оборудования, сформирована номенклатура характеристик по каждому из типов оборудования, а также произведена настройка и наполнение базы данных по оборудованию, ранее использовавшемуся при разработке проектов АЭС.

Это позволило перейти на новый принцип формирования исходных технических требований (ИТТ) на основе опросного листа проектной потребности, в котором содержится вся необходимая информация по оборудованию. Опросный лист автоматически формируется на основе данных, ранее опубликованных в СУИД.

ИТТ для оборудования представляет собой комплект отдельных электронных документов, формируемых в единый сводный PDF-файл. Часть из разделов ИТТ, содержащих общие требования со стороны проекта для всего оборудования, вынесены в разряд типовых (требования к патентной частоте, коды обозначения и т.п.) и автоматически включаются в состав всех разрабатываемых на оборудование исходных технических требований.

После проведения конкурсных процедур опросный лист заполняется поставщиком оборудования и информация передается в СУИД с подтвержденным набором характеристик и установленной связью на конкретную проектную позицию.

Таким образом, на стадии проектирования и сооружения создается комплексная информационная модель энергоблока АЭС, содержащая в структурированном виде полную информацию по объекту, готовую для передачи в системы управления данными, применяемыми на последующих этапах жизненного цикла АЭС. Аккумуляция всей информации по проекту в единой среде позволяет также значительно повысить качество проектных работ, успешно применять типовые технические и компоновочные решения, создать комплексные информационные модели неизменяемой части основных типовых проектов компании (АЭС-2006, АЭС-92, ВВЭР-ТОИ), готовые к тиражированию на различных площадках сооружения АЭС (рис. 5).

С. В. Ергопуло,
заместитель директора
по системной инженерии и ИТ,
Инжиниринговый дивизион
Госкорпорации "Росатом" –
АО "Атомстройэкспорт"

НОВОСТИ

Исследования современных тенденций развития систем SCADA/EMS

В апреле в Сан-Франциско прошло заседание Административного совета Ассоциации системных операторов крупнейших энергосистем GO15. Заместитель Председателя Правления ОАО "СО ЕЭС" Федор Опадчий – сопредседатель Экспертного комитета №4 "Интеллектуальные системы и ИТ" – представил план работы комитета по исследованию передового опыта и современных тенденций развития систем SCADA, подсистем AGC (автоматического управления генерацией), технологий информационного обмена и сопутствующей IT-инфраструктуры.

Исследование текущего уровня ИТ-решений, применяемых в диспетчерских центрах крупнейших системных операторов мира при управлении энергосистемами, ведется специалистами Системного оператора и рядом их зарубежных коллег с 2014 года.

На сегодняшний день системы SCADA/EMS перестают быть монолитными и постепенно трансформируются в интегрированный набор сервисов от различных производителей, отметил Федор Опадчий, представляя задачи пятого этапа исследования. Совершенствуются технологии виртуализации и кластеризации вычислений, развивается стандартизация и происходит размывание пространственных и информационных границ диспетчерских центров. Все эти тенденции обусловливают необходимость изучения и систематизации передового опыта системных операторов мира по использованию новых информационных технологий в процессе управления энергосистемами.

В рамках работы комитета планируется изучить практические аспекты использования IP-протоколов для обмена критически важной оперативной информацией. Также исследователи ставят перед собой задачу оценки использования в диспетчерских центрах современных информационных технологий (виртуализации, кластеризации и т.п.) для сервисов с различными требованиями по надежности и производительности. Отдельное направление анализа – обобщение передового опыта визуализации обобщенных параметров функционирования больших энергосистем в реальном времени.

Интеллектуальные решения для эксплуатации объектов атомной энергетики

INTERGRAPH® PROCESS, POWER & MARINE

Технологии Intergraph позволяют решать широкий спектр задач: от проектирования и строительства нового объекта до эксплуатации существующего

Эксплуатирующие и инжиниринговые компании с помощью решений Intergraph могут:

- объединять и делать информацию структурированной;
- управлять данными объекта;
- повышать эффективность процессов, снижая риск ошибок;
- сокращать эксплуатационные затраты, повышая качество данных

Узнайте больше на http://ppm.intergraph.com/nuclear-and-power-generation

PART OF HEXAGON

INTERGRAPH®

© Корпорация Intergraph. Все права защищены. Intergraph - часть Hexagon. Intergraph и логотип Intergraph являются зарегистрированными товарными марками и Intergraph Smart - товарная марка корпорации Integraph или дочерних компаний на территории США или за ее пределами.