

# “Наша задача – сократить цикл производства оборудования АЭС, сохранив высокое качество и надежность”

Интервью А.С. Думина, директора по ИТ АО “АЭМ-технологии”,  
и О.Н. Апанасика, директора по ИТ Волгодонского филиала  
АО “АЭМ-технологии” (“Атоммаш”)

Александра Суханова (CAD/CAM/CAE Observer)

aleksandra@cadcamcae.lv

**Антон Сергеевич Думин** родился 24 августа 1977 года.

В 1995 году с отличием окончил Санкт-Петербургский Морской колледж по специальности “Эксплуатация оборудования радиосвязи и электрорадионавигация судов”. Проходил практику на судах Балтийского морского пароходства.

В 2005 году завершил обучение на экономическом факультете Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов по специальности “Бухгалтерия, анализ, аудит”.

Опыт работы в сфере ИТ – с 1992 года. С 1996 года – администратор распределенной сети компании, занимающейся реализацией пива, входящей в структуры ОАО “Степан Разин”. В 1999 году приглашен в ООО “Чагодощенский стеклозавод и К” на должность начальника информационного отдела; впоследствии стал заместителем генерального директора по ИТ. Основные достижения в этой должности:

- успешное внедрение и поддержка ERP-системы на базе 1С:УПП и ряда других систем, в том числе управления производственным циклом предприятия, бюджетирования, а также управления персоналом;
- строительство “с нуля” крупного стекольного производства в особой экономической зоне.



В 2009 году назначен на должность ИТ-директора ОАО “Интелэнергомаш”, где за полгода сумел полностью изменить ИТ-инфраструктуру компании. С декабря 2009 года приступил к выполнению обязанностей в должности директора ИТ-департамента АО “АЭМ-технологии”, где под его руководством был выполнен ряд проектов, таких как внедрение организационного документооборота, единого портального решения, в том числе с использованием HR-терминалов, а также введен в действие ряд автоматизированных систем:

- конструкторско-технологической подготовки производства на двух производственных площадках и в управляющей компании;
- пооперационного планирования и оперативного управления производством;

• мониторинга промышленного оборудования.

В настоящее время под началом А.С. Думина в подразделениях ИТ АО “АЭМ-технологии” работает свыше 75-ти человек. Он является автором ряда печатных работ и публикаций. Почетный член, а также член правления Клуба ИТ-директоров Санкт-Петербурга – *SPb CIO Club*. Увлекается плаванием, сноубордом, роликами и другими активными видами спорта.

Рассматриваемый проект автоматизации сложных процессов конструкторско-технологической подготовки производства (КТПП), реализованный на одной из производственных площадок АО “АЭМ-технологии”, находится в фазе постоянного совершенствования и улучшения изначально принятых решений – ежемесячно со стороны технической дирекции в дирекцию по информационным технологиям поступает до десятка предложений по улучшениям.

Этот проект особо примечателен хотя бы потому, что речь идет о легендарном “Атоммаше”, расположенном в городе Волгодонск.

Старшее поколение наших читателей наверняка помнит о том, что “Атоммаш” был крупнейшим в СССР производителем оборудования для энергетического машиностроения, проще говоря – атомных реакторов, а также парогенераторов, машин перегрузки ядерного топлива и пр. Возведение этого гиганта было объявлено

Всесоюзной ударной комсомольской стройкой, и до 1990 года на заводе работало свыше 12 тыс. человек. После катастрофы в Чернобыле в апреле 1986 года и последовавшего сокращения финансирования атомной отрасли завод был перепрофилирован на выпуск оборудования для газотурбинных теплоэлектростанций малой мощности, котельного оборудования и машиностроительных металлоконструкций.

Новое дыхание “Атоммаш” получил в 2012 году, войдя в состав Машиностроительного дивизиона государственной корпорации “Росатом” – “Атомэнергомаш” – и став производственным филиалом его дочерней компании: АО “АЭМ-технологии”. С того времени начала реализовываться программа по возобновлению производства оборудования для АЭС, впервые после 26-летнего перерыва был изготовлен новый ядерный реактор для Белорусской АЭС и комплект парогенераторов для 4-го блока Ростовской АЭС.

Волею судеб специалисты “Атоммаша” стали опытными пользователями системы *Unigraphics*, а затем и связки *NX/Teamcenter* от *Siemens PLM Software*. Как подчеркивается в интервью, благодаря 10-летней практике проектирования в среде *NX* сложилась хорошая школа 3D-моделирования, и “Атоммаш” вошел в число ключевых заказчиков *Siemens* в области машиностроения. Неудивительно, что на этапе возрождения завода и его перерождения в современное и конкурентоспособное предприятие, в отношении сферы *CAD/CAM/CAE/PLM* было принято решение сохранить уже освоенную платформу *NX/Teamcenter* и развивать именно это направление.

Консалтинговая группа “Борлас”, один из ключевых партнеров российского представительства *Siemens PLM Software*, была выбрана в качестве партнера для выполнения комплекса работ по доработке и расширению функционала системы *Teamcenter* в том, что касается соответствия требованиям и поддержки процессов КТПП, интеграции с другими производственными системами, создания и унификации

множества справочников, а также модуля отчетов, механизмов трудового нормирования и пр.

Основными целями обсуждаемого проекта автоматизации являются обеспечение полноты данных для целей производственного планирования и учета; прозрачность и прогнозируемость бизнес-процессов на любом этапе подготовки производства; унификация и стандартизация бизнес-процессов подготовки производства; создание единого информационного пространства для работы конструкторов и технологов.

О трудностях и успехах на пути к этим целям нашему журналу подробно рассказали представители АО “АЭМ-технологии” – ИТ-директор **Антон Сергеевич Думин (А.Д.)** и директор по ИТ Волгодонского филиала (“Атоммаш”) **Олег Николаевич Апанасик (О.А.)**.

### О компании “АЭМ-технологии” и её месте на рынке

– *Антон Сергеевич, расскажите о компании “АЭМ-технологии”. Какой Вы видите роль ИТ в её деятельности?*

– **А.Д.:** АО “АЭМ-технологии” – это инженеринговая компания с головным офисом в Санкт-Петербурге и двумя производственными площадками в Волгодонске (“Атоммаш”) и Петрозаводске (“Петрозаводскмаш”). АО “АЭМ-технологии” входит в состав АО “Атомэнергомаш” – это машиностроительный дивизион госкорпорации “Росатом”.

Наша компания производит оборудование реакторного зала АЭС, а также крупное оборудование для нефтегазоперерабатывающих и добывающих компаний. Значительная доля этого оборудования производится на площадке “Атоммаша”. Для выполнения этой задачи завод прошел через техническую модернизацию, подготовку специалистов на всех участках и оптимизацию внутренних бизнес-процессов. Сегодня у нас есть все возможности для исполнения имеющихся заказов точно в срок и с требуемым качеством.



Роль ИТ в решении этих задач – обеспечение компании конкурентных преимуществ в отношении сроков и себестоимости изготовления продукции за счет использования современных программно-аппаратных комплексов и оптимизации существующих бизнес-процессов.

*– Каково соотношение в общем объеме производства различных видов продукции – серийной (трубная арматура, корпуса насосов и пр.), мелкосерийной и единичной?*

– А.Д.: В настоящее время компания “АЭМ-технологии” переходит от единичного к мелкосерийному и серийному производству.

Например, мы выпускаем парогенераторы – по четыре парогенератора на один блок АЭС. Назвать их в полной мере серией невозможно, так как для каждой АЭС их параметры и технология производства может отличаться. Поскольку наша производственная площадка освоила выпуск такой продукции, то в дальнейшем мы можем и хотим считать это серийной продукцией – и запускать её в производство согласно всем требованиям, в такт и с заданной периодичностью, как того требуют принципы бережливого производства.

В целом же, вся наша продукция либо мелкосерийная, либо единичная.

*– Сколько сотрудников участвует в проектировании изделий и последующей подготовке производства?*

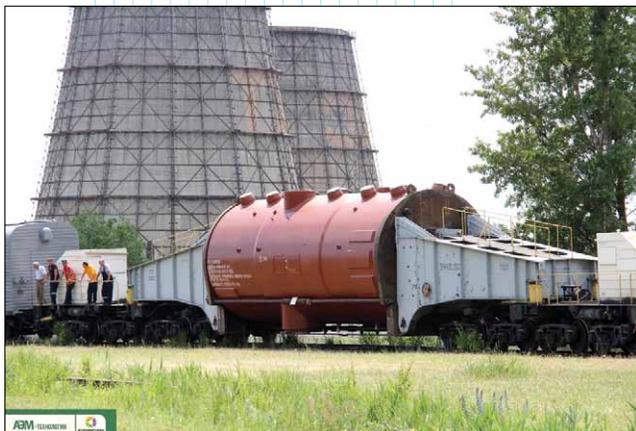
– А.Д.: В компании “АЭМ-технологии” работает более 300 конструкторов и технологов. Из них около 200 – на “Атоммаше”. Процесс проектирования по направлению АЭС у нас начинается с разработки рабочей конструкторской документации (РКД), выполнения инженерных расчетов, формирования предварительных материальных ведомостей. По другим направлениям (нефтегазохимия – НГХ, арматура и пр.) мы зачастую являемся и проектантами.

Совместно с разработкой РКД в работу включаются технологи-“маршрутчики”, затем технологи по сварке, металлургии и технологи по дефектоскопии.

В процессе разработки технологии встает вопрос о необходимой оснастке, и снова в работу включаются конструкторы – уже с задачей проектирования оснастки.

На конечном этапе к процессу подготовки производства подключаются нормировщики, которые вводят информацию по трудоемкости выполнения технологических и контрольных операций.

*– “Атоммаш” – ударная комсомольско-молодежная стройка 1970-х, один из лучших*



*Отгрузка корпуса парогенератора*



*Корпус ядерного реактора ВВЭР-1000*



*Отгрузка шлюза транспортного на Нововоронежскую АЭС-2*



*Корпус шлюза транспортного на специализированном причале*

*брендов поздних советских времен. Расскажи-те, а как это – работать на легендарном предприятии атомного машиностроения..?*

– **О.А.:** Для меня очень важно, чтобы ИТ-инфраструктура на нашем предприятии и используемые ИТ-решения позволяли эффективно решать поставленные перед ним бизнес-задачи. Основное сейчас – это выполнение всех контрактных обязательств качественно, в установленные сроки и в рамках утвержденной себестоимости.

Конечно, масштаб завода добавляет нашей службе движения. Для понимания: общая площадь завода – 170 га, производственная площадь – 670.6 тыс. кв.м. Подразделения территориально разнесены по площадке. Протяженность оптики – более 40 км, телефонных линий – 105 км, витой пары – 203 км. У нас функционируют 11 серверов (78 виртуальных машин) – 140 ядер CPU, система хранения данных (55 Tb), 81 коммутатор (37 сертифицированы ФСТЭК), 780 абонентов стационарной связи и 665 – мобильной. Свыше тысячи человек работают на персональных компьютерах, из них 240 – пользователи SAP ERP, 190 – системы Teamcenter, 750 – 1С:Документооборот, 10 – ANSYS, 14 – Техтран.

Обслуживают всё это хозяйство 28 самых лучших, по моему мнению, ИТ-специалистов.

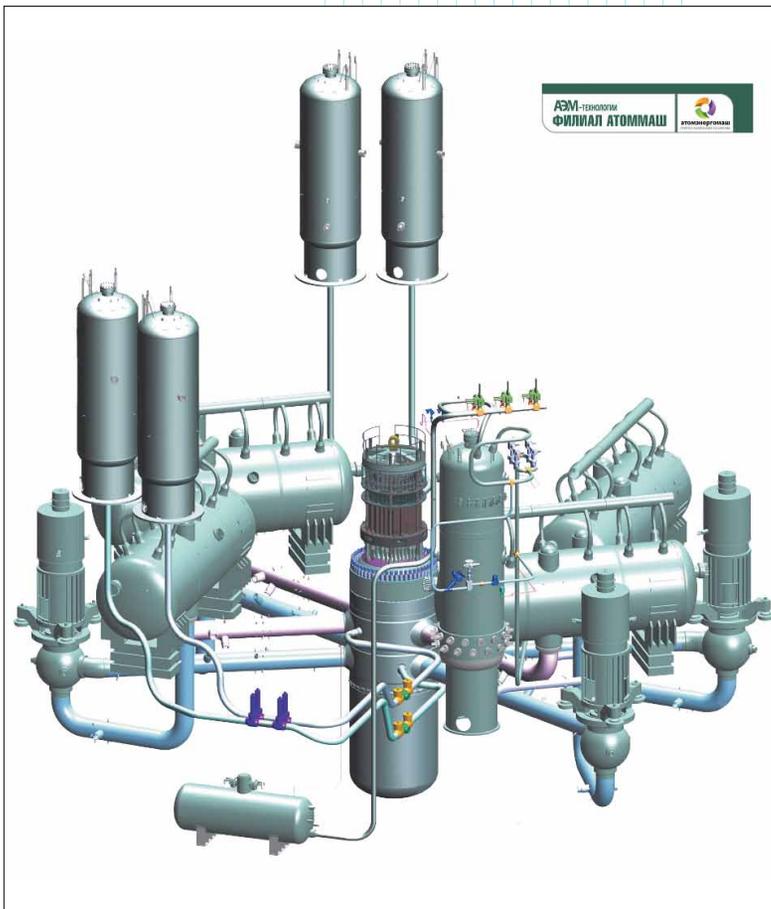
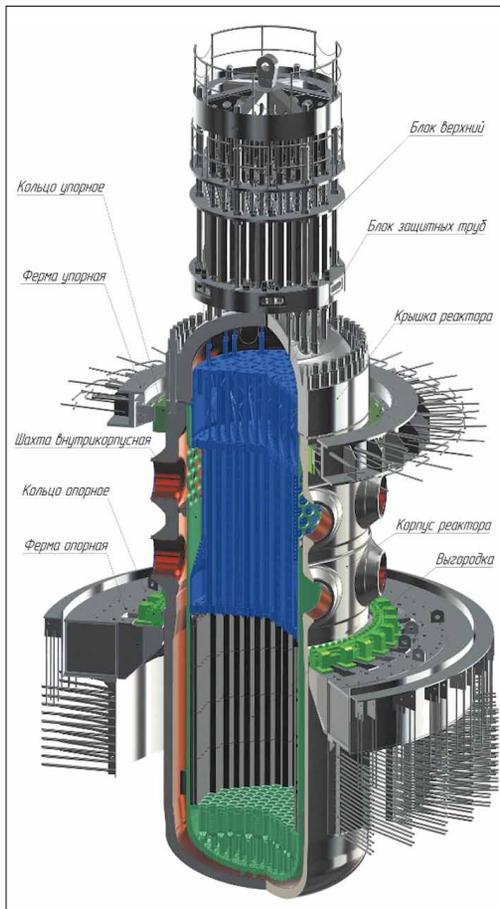
## Инжиниринг, обмен данными, электронная подпись

– *И нам, и нашим читателям, известны причины общего характера, по которым предприятия занимаются автоматизацией проектирования и подготовки производства – такие, как необходимость работы в единой среде, обеспечение прозрачности бизнес-процессов, внедрение проектного подхода, повышение управляемости и пр. Но крайне интересно узнать собственную историю “Атоммаша” в этом её аспекте. Как выглядит заводской ландшафт инструментов автоматизации КТПП? Какие системы применяются и в каком масштабе?*

– **О.А.:** На “Атоммаше” с продуктами Siemens PLM Software работаем с 2003 года. Разработки всех изделий ведем исключительно в 3D. **На сегодня в базе – порядка 1000 уникальных изделий, состоящих из 50 000 сборочных единиц и 150 000 деталей.**

В 2015 году реализован 61 серьезный проект (АЭС – 24, нефтегазохимия – 11, арматура – 26) и более 200 проектов различной оснастки.

Для управления проектами используем систему Siemens Teamcenter 9.1.3. Разработку ведем в системе трехмерного моделирования NX 8.5. В начале этого года мы переходим на NX 9 и



Модель реакторной установки

*Teamcenter 10*. Все подготовительные работы по переходу на новые версии и тестирование мы завершили еще в 2015-м, но не стали под конец года добавлять “перчинку” в работу наших конструкторов и технологов.

Все чертежи на разрабатываемые нами изделия ассоциативно связаны с 3D-моделями – при изменении модели изменяется и чертеж.

**Мы оценили, что за счет проектирования в 3D время внесения изменений в чертежи сокращается более чем в 2,5 раза, а качество разработки повышается** (исключаются ошибки собираемости при проектировании в 2D).

– Как организован доступ к документации всех участников производственного процесса?

– **О.А.:** Для доступа к электронному архиву конструкторской, технологической и нормативно-справочной информации мы используем корпоративный портал, реализованный на *MS SharePoint 2010*. Все чертежи, техпроцессы и извещения хранятся в электронном виде в базе, доступ к которой имеет любой сотрудник “Атоммаш” в соответствии с предоставленными правами.

После согласования, автор документа выводит его на печать, собирает “мокрые” подписи и сдает в отдел сопровождения конструкторско-технологических работ. Там документ сканируют и размещают в электронный архив. После чего происходит оповещение по электронной почте всех заинтересованных подразделений.

За счет этого на порядок сокращается продолжительность поиска любого документа и исключаются ошибки, связанные с тем, что на производстве возьмут в работу старую версию чертежа или техпроцесса.

– Где еще в производстве Вы применяете разработанные 3D-модели?

– **О.А.:** Далее 3D-модели мы используем для подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Сама подготовка ведется в среде *NX CAM*. Процесс разработки УП по сути состоит из открытия модели, разработанной конструкторами, разработки управляющих программ, верификации обработки и передачи *CNC*-кодов на станки с ЧПУ (напрямую или при помощи *DNC*-терминалов).

В 2015 году у нас было разработано и внедрено более 250-ти программ обработки деталей, 43 из них – повышенной сложности.

На сегодня у нас разработано 12 постпроцессоров к 30-ти крупным станкам. При поставках нового обрабатывающего оборудования поставщикставляет вместе с ним постпроцессор под *NX CAM* и 3D-компоновку этого оборудования.

*CAM*-система позволяет нам сократить сроки внесения изменений в управляющие программы, использовать разработанные ранее шаблоны обработок и избежать ошибок при обработке



**Олег Николаевич Апанасик** родился в 1978 году. В 2001 году окончил Санкт-Петербургский государственный технический университет по специальности “Технология машиностроения” с квалификацией “Инженер-механик”. В 2002 году получил второе высшее образование по специальности “Мировая экономика” с квалификацией “Экономист”. В 2008 году прошел обучение в Санкт-Петербургском международном институте менеджмента (бизнес-школа *IMISP*) по программе “Менеджер проекта” (*PMР*).

Трудовой путь начал на санкт-петербургском предприятии ОАО “ЗВЕЗДА”, где вырос с инженера-проектировщика до директора по информационным технологиям. За время работы на этом предприятии с его участием были реализованы проекты внедрения системы управления ресурсами предприятия (*ERP*) на базе *SyteLine*, системы управления инженерными данными (*PDM*) на базе *ЛОЦМАН:PLM* от *АСКОН*, системы бюджетирования (*BPM*) на базе *PlanDesigner*, системы электронного документооборота и контроля исполнительской дисциплины *NauDoc*.

С 2012 года О.Н. Апанасик – директор по информационным технологиям Волгодонского филиала АО “АЭМ-технологии” (завод “Атоммаш”). Под его руководством были реализованы проекты внедрения системы планирования и управления производством на базе *SAP ERP* и системы конструкторско-технологической подготовки производства на базе *Teamcenter*. Создана единая система технической поддержки пользователей (“АЭМ-технологии” – “Атоммаш” – “Петрозаводскмаш”) на основе *Microsoft System Center Service Manager* и общий корпоративный портал на базе *Microsoft SharePoint*.

“металла” за счет предварительной верификации на компьютере.

Следующая сфера, где мы используем 3D-модели, – это инженерные расчеты.

В настоящее время на “Атоммаше” применяются семь видов расчетов: на прочность, сейсмические, тепловые, задачи гидравлики, на устойчивость, на циклическую прочность, на малоцикловую усталость. Для расчетов используются геометрические модели, разработанные в NX.

В 2015 году нами выполнено 315 расчетов для проектов изделий НГХ и технологические расчеты для изделий АЭС. Например, расчет на прочность траверсы для парогенератора для РоАЭС, расчет на прочность транспортера сочлененного типа при перевозке парогенератора, расчет распределения тепловых полей для технологических скоб при сварке кольцевого шва корпуса парогенератора.

Это позволяет нам сократить продолжительность и стоимость расчетов. Например, выполнение подобных работ на стороне заняло бы минимум месяц (с учетом времени проведения закупочных процедур, постановки задачи и передачи модели подрядчику). Мы же делаем расчеты за неделю.

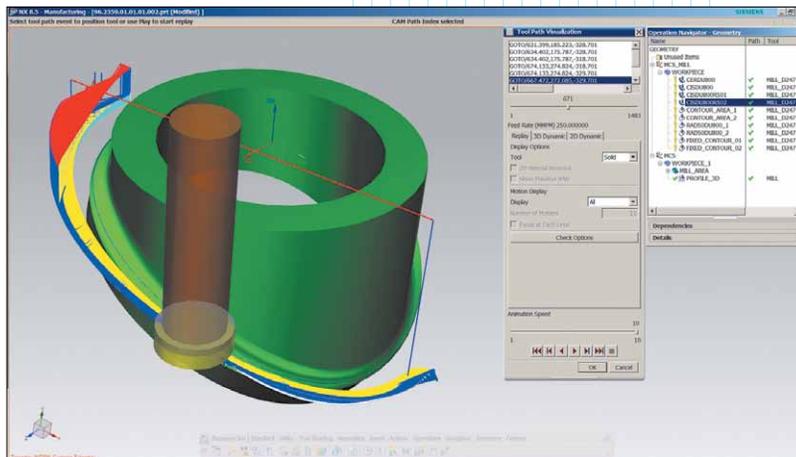
*– На другой вашей производственной площадке – “Петрозаводскмаш” – и в Колпино успешно используются программные продукты от ИНТЕРМЕХ. Почему они не были внедрены на “Атоммаше”? Почему было принято решение о выборе продуктов Siemens и доработке функционала Teamcenter под ваши требования?*

**– А.Д.:** Мое мнение по этому вопросу такое. Самым сложным для меня тогда казалось заставить конструкторов переучиться и работать в другой САД-системе. На “Атоммаше”, как уже было упомянуто, очень хорошая 3D-школа; данные проектирования в автоматическом и полуавтоматическом режиме поступают в САЕ-системы для расчетов и в САМ-системы для программирования обработки на станках с ЧПУ. Эта компетенция нарабатывалась на протяжении десяти лет, и рушить её мы точно не хотели. Поэтому мы приняли решение использовать на площадке “Атоммаша” системы от того же вендора, что и САД-система NX, но при этом создать наработки, которые позволят нам обмениваться документацией между филиалами.

Обсуждалась и возможность оставить на “Атоммаше” систему NX,

но сверху внедрить *TECHCARD* и *Search*, как нам предлагал поступить ИНТЕРМЕХ. Однако успешных примеров такого симбиоза в России мы не увидели, а получить на “Атоммаше” разорванный цикл я не хотел. **Нам был нужен сквозной техпроцесс, привязка к дереву состава изделия, наличие отдельно конструкторского и отдельно технологического составов изделия – всё это возможно в Teamcenter.** У решения от ИНТЕРМЕХ эти возможности есть, но только в случае, если применяется PDM-система *Search*.

Кроме того, мы посчитали неправильным отказываться от наработанной базы данных *Teamcenter*. Дело в том, что на площадке “Атоммаша” система NX успешно работала в связке с *Teamcenter* уже давно. Нам не хватало лишь отлаженного технологического модуля; техпроцессы приходилось проектировать отдельно – в “самописных” решениях. Далее эти техпроцессы поступали в такую же “самописную” систему для учета хода производства, в которой



Верификация УП в модуле NX CAM 8.5



Механическая обработка обечайки зоны патрубков корпуса реактора для Белорусской АЭС

осуществлялось планирование – но без учета ограничений по мощностям имеющегося технологического оборудования. Это нужно было менять. Поэтому наша задача состояла в том, чтобы перенести технологическую подготовку производства из исторической системы в модуль *Teamcenter*.

– Не мешает ли работе компании наличие двух разных PDM-систем на ваших площадках?

– А.Д.: То, что на второй нашей площадке работают решения ИНТЕРМЕХ, нам не мешает, и мы точно не планируем их замену в ближайшее время. У нас есть идеи относительно передачи между площадками конструкторских и технологических извещений, появляющихся в процессе технологической подготовки производства. Как мы выяснили, имеющиеся у нас программные продукты это позволяют. Важно только предусмотреть нюансы, чтобы всё работало четко.

Основная проработка всего, что касается конструкторской подготовки производства заказываемых нам изделий, осуществляется здесь,



Шахта внутрикорпусная корпуса реактора ВВЭР-1200



Диагностика блока защитных труб на специализированном сборочном участке

в Колпино. Есть также группа конструкторов, занятых проработкой трубопроводной арматуры для АЭС.

Если говорить о взаимном общении наших площадок в среде *PLM*, то мы совместно проработали вопрос передачи документации из системы в систему для её согласования. Чтобы сделать это, *Teamcenter* на площадке “Атоммаш” запускает процесс, который автоматически согласует данные с системой *Search*, установленной здесь, в Колпино. После передачи на “Атоммаш” проработанной нами документации, у них на её основе начинается подготовка технологии изготовления. В Колпино мы технологическую подготовку не делаем – она ведется в двух разных системах на обеих наших производственных площадках; пересечений между ними практически нет, за исключением единичных случаев.

Как Вы понимаете, технологическая подготовка производства сама по себе уникальна на каждом предприятии. Конечно, можно ознакомиться с тем, как она была сделана где-то для конкретного изделия – однако на другом оборудовании ТПП для этого же изделия будет иной. Поэтому, взвесив все “за” и “против” в отношении перехода на единое решение, мы решили оставить две рабочие *PDM*-системы. Те усилия и средства, которые понадобились бы для замены одной на другую, не дали бы желаемого эффекта.

– Какие еще системы, кроме продуктов от *Siemens*, были включены в узкий круг претендентов?

– А.Д.: Мой опыт основан на плотной и серьезной работе в течение пяти лет с двумя программными продуктами – компаний *Siemens* и ИНТЕРМЕХ. Но это вовсе не значит, что о других системах я ничего не слышал. Так, в процессе выбора я подробно изучал *PDM*-решение на базе российской системы 1С, которое предлагает компания *APPIUS*. По гибкости и возможностям доработки под требования пользователя это решение, наверное, превосходит аналоги. Но любая медаль имеет две стороны. Наш “негибкий” *Teamcenter* тем самым не позволяет нам допустить ошибки.

Несколько в меньшей степени я знаком с решениями компании *PTC*. Если отвлечься от *CAD* и *PDM*, то в России реальность такова, что техпроцессы по большей части пишутся с помощью ПО от ИНТЕРМЕХ. У этой компании есть приложение *Cadmech*, которое встраивается в любые *CAD*-системы – для того, чтобы обеспечивать поддержку российских стандартов при выпуске техпроцесса. Поэтому я точно уверен, что выбор в пользу ИНТЕРМЕХ на площадке Петрозаводска был сделан нами правильно. Однако, есть и минусы: нам очень мешает то, как построена структура данных в

продуктах ИНТЕРМЕХ. Интеграция их с другими системами вызывала у нас много вопросов. Но в итоге мы всё преодолели.

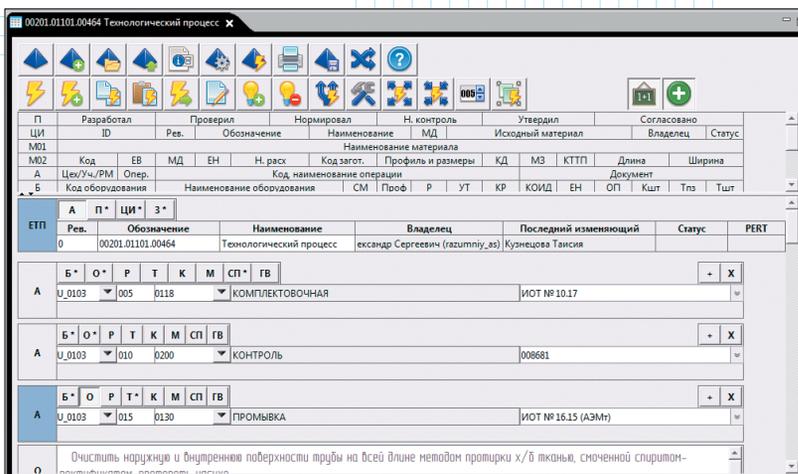
Похожий путь мы прошли и с внедрением Teamcenter на площадке “Атоммаша”. Мне важно, чтобы наши конструкторы и технологи не испытывали дискомфорта при работе и имели в наличии достаточно гибкий инструмент, который можно совершенствовать. Второй фактор, который в равной степени важен, – чтобы эти данные можно было использовать в автоматическом режиме для систем планирования и учета хода производства. В этом аспекте оба применяемых у нас решения хороши – после кастомизации.

*– Какие первоочередные задачи следовало решать совместно с потенциальным партнером – поставщиком ПО?*

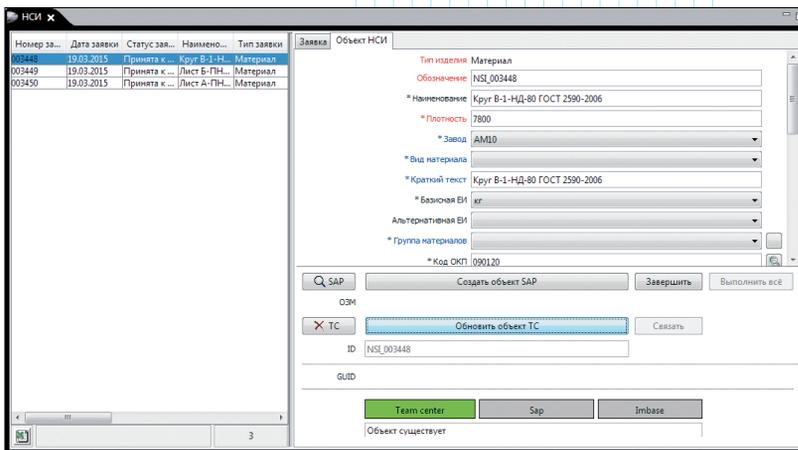
**– А.Д.:** В 2012 году мы приняли концепцию развития ИТ-технологий в нашей компании. Также было принято решение, что на наших предприятиях остаются работать уже используемые там программные продукты. Именно они должны были лечь в основу ИТ-пространства наших производственных площадок, и с их учетом нам нужно было заниматься не только вопросами конструирования и ТПП, но и задачами планирования и учета хода производства. Тогда мы сформировали в общих чертах и приняли политику развития единого информационного пространства предприятия. **Сегодня это уже утвержденный документ**, определивший, какие продукты будут лежать в основе.

Что касается очередности... Впервые, требовалось навести порядок в сфере конструкторской и технологической подготовки производства, где рождаются данные о составе изделий и технологических процессах их производства. Результатом автоматизации должна была стать возможность использовать данные КТПП. Когда было принято решение, что на “Атоммаше” в Волгодонске остается и развивается PDM-система Teamcenter, мы пришли к выводу, что опыт, полученный нами в Петрозаводске, может быть применен и в этом проекте. **На базе имеющихся систем и данных мы хотели получить решение для моделирования производственной системы, с помощью которого**

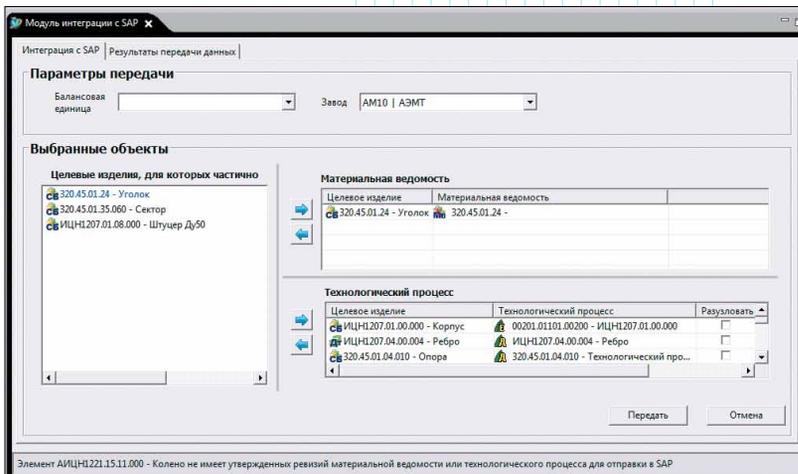
**можно было бы, исходя из параметров ТПП изделий, моделировать производственную программу с учетом имеющихся мощностей и персонала.** Это наша большая стратегическая цель. Конечно, мы заинтересованы и в возможностях мониторинга всего производственного процесса.



*Интерфейс рабочего места технолога в Teamcenter*



*Работа с НСИ*



*Интерфейс модуля интеграции Teamcenter и SAP*

Как я уже говорил, во время реализации похожего проекта на площадке в Петрозаводске у нас сформировался список требований к КТПП. **Проанализировав текущую функциональность Teamcenter, мы ощутили потребность в расширении его функционала с учетом специфики нашего предприятия.** Одновременно перед нами стояли задачи унификации и доступности справочников. Материалы для производства могут закупаться для одной площадки, а использоваться на другой. **Нам нужен был единый справочник и разработанное в среде Teamcenter рабочее место инженера НСИ, которое позволяло бы вносить в базу непротиворечивые данные, доступные всем подписчикам.** Самая главная задача этого этапа – создание понятного рабочего пространства для технолога, которое давало бы ему возможность создавать технологический процесс в привычной среде, но внутри Teamcenter. Также у нас были задачи, связанные с необходимостью обязательного проведения постпроверок технологии перед её загрузкой в систему SAP, в которой мы получаем спецификацию и технологическую карту для конкретного изделия. Чтобы загрузить технологические данные, требуется модуль интеграции, который был разработан в рамках проекта с компанией “Борлас”.

– Системы NX и Teamcenter на площадке “Атоммаша” работали на протяжении десяти лет. В какой момент ваша компания приняла решение о старте комплексного PLM-проекта?

– **О.А.:** Решение о старте проекта по доработке и внедрению комплексного PLM-решения на базе Teamcenter мы приняли в начале 2013 года. Предпосылками к запуску проекта послужил ряд ограничений используемой на тот момент системы КТПП:

1 Состав изделия велся в двух системах

Конструкторы вели разработку в NX и Teamcenter, после окончания разработки изделия технологи вручную переносили состав в самописную систему ТПП. Когда выходило конструкторское извещение, затрагивающее состав, процедуру приходилось повторять. Из-за необходимости “вручную” отслеживать соответствие составов изделия в двух разных системах нередко возникали ошибки.

2 Справочники НСИ велись вручную в трех системах

Конструкторы работали в Teamcenter, технологи – в самописной системе, а менеджеры по закупкам – в SAP. Соответственно, один и тот же материал заводился в справочники трижды. Из-за человеческого фактора зачастую получалось, что в спецификации и ВСНРМ (ведомости специфицированных норм расхода материалов) заведен материал с одним наименованием, а в SAP закупки делают с другим. Соответственно, спланировать закупки или сформировать

план-фактные отклонения не представлялось возможным.

3 Утеряны компетенции по доработке и сопровождению системы

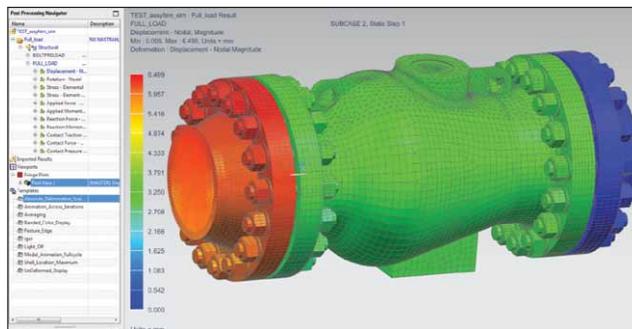
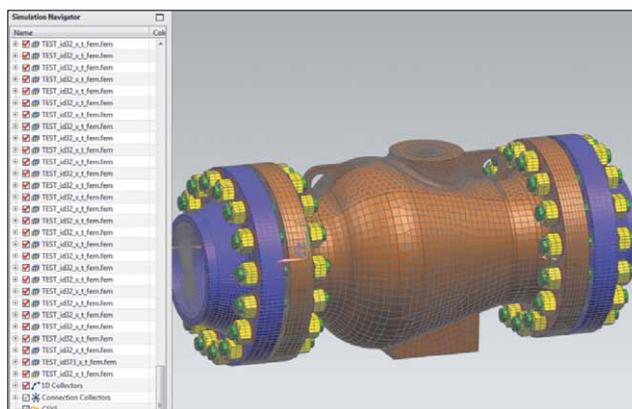
4 Нет возможности прогнозировать сроки окончания КТПП.

Кроме того, уже в 2013 году стало очевидно несовершенство существующей системы планирования производства при резко возросших объемах заказов.

Для этого и был запущен проект внедрения системы КТПП, основные задачи которого:

- подготовить качественные исходные данные для системы планирования;
- обеспечить единую среду разработки для конструкторов и технологов;
- реализовать единую систему ведения НСИ на трех площадках;
- обеспечить доступ ко всем данным подготовки производства в электронном виде на любом этапе жизненного цикла изделия непосредственно на рабочих местах, без необходимости обращения к бумажной документации;
- повысить прозрачность проведения КТПП и прогнозируемость сроков.

– Компании “АЭМ-технологии” и “Борлас” расположены в разных городах. Как организовано взаимодействие ваших сотрудников со специалистами “Борлас”? Им приходится много времени проводить в командировках на вашей площадке, или был найден другой выход?



Расчет плана обратного давления производился для всей номенклатуры (от 700 мм до 1200 мм) под рабочее давление 8, 10 и 12.5 МПа

– **О.А.:** Нам удалось наладить по большей части удаленную совместную работу. Большую помощь в этом оказала внедренная у нас система видеоконференции. Мы выделили для “Борлас” тестовую инсталляцию *Teamcenter*, в которой они “жили”, трудились, выпускали приложения. Мы внедряли результаты их работы в свою тестовую среду и только потом переводили в действующую *PDM*-систему. Но были и сложные этапы согласования проектных решений и обучение команды проекта, когда требовалось личное присутствие специалистов “Борлас”.

Наша ИТ-служба самостоятельно проводила поэтапное обучение конструкторов и технологов “Атоммаша” новым способом работы в системе. Одним из позитивных последствий этого проекта стало то, что на “Атоммаше” был создан специальный учебный класс, оборудованный мощными рабочими станциями. В дальнейшем, **после заключения договора с российским офисом Siemens PLM Software,**

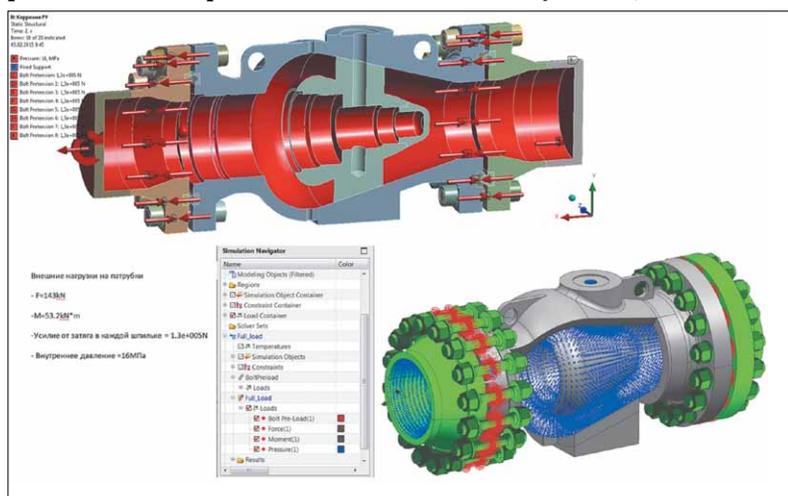
**мы открыли в Волгодонске сертифицированный учебный центр, для которого были выделены полнофункциональные учебные версии *Teamcenter* и *NX*.** Можно сказать, что на “Атоммаше” достигнут серьезный уровень компетенций по решениям *Siemens*, который позволяет нам проводить обучение как сотрудников предприятия, так и сотрудников других компаний, входящих в контур ГК “Росатом”.

– *Прежде чем подробно разбирать проект, реализованный на площадке “Атоммаша”, не могли бы Вы перечислить, какие конкретно задачи по кастомизации *Teamcenter* были выполнены?*

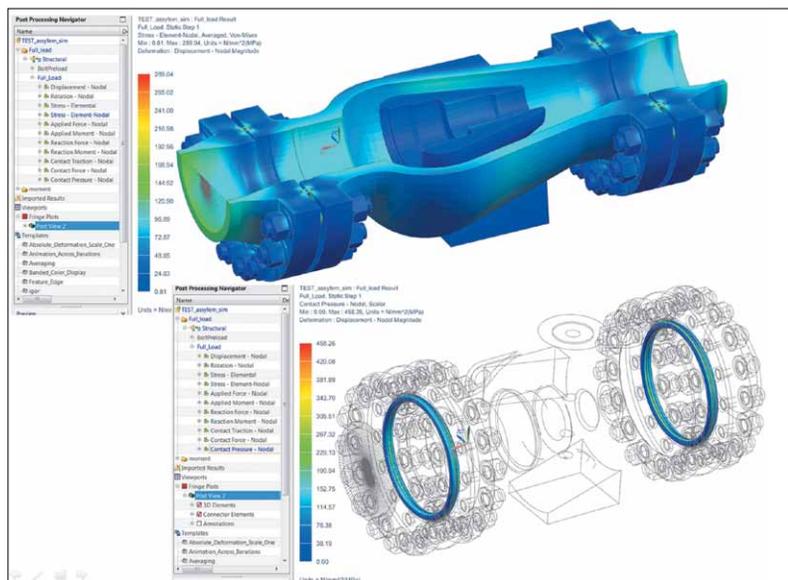
– **О.А.:** В рамках нашего проекта, который длился 11 месяцев (и еще на протяжении шести месяцев шла передача результатов в промышленную эксплуатацию), команда “Борлас” совместно со специалистами нашей ИТ-службы реализовала более десятка основных задач. Если коротко, в среде *Teamcenter* были разработаны и/или внедрены:

- справочник-классификатор материалов, стандартных изделий, покупных и прочих изделий;
- рабочее место инженера НСИ;
- отчетный модуль высокой производительности;
- рабочее место технолога;
- механизм трудового нормирования;
- механизм согласования документов между *Teamcenter* и *Search* с возможностью подписания документов с помощью электронной подписи (ЭП) в рабочих процессах *Teamcenter*;
- механизмы интеграции состава изделия и проведения извещений на изменение в *Teamcenter* и *SAP*;
- неунифицированные справочники предприятия (оборудование, инструмент, оснастка, профессии);
- модуль управления проектами для планирования разработки КД и ТД;
- решение по управлению изменениями и электронному согласованию изделий средствами *Teamcenter* на базе стандартных средств и с помощью ЭП;
- рабочее место для управления электронным архивом КД и ТД;
- веб-интерфейс на базе *MS SharePoint 2010* для просмотра архива КД, ТД и НТД с разграничением прав доступа.

– *Каков масштаб освоения и применения систем *NX* и *Teamcenter* на площадке “Атоммаша”? Сколько и каких лицензий приобретено и применяется?*



Создание расчетной модели в NX CAE



Просмотр результатов расчета в NX CAE

– **О.А.:** На “Атоммаше” прошли обучение и работают в *NX* и *Teamcenter* порядка **90 конструкторов и примерно 60 технологов**. Все они работают в системе. Даже учебные лицензии у нас подключены к общей среде – для того, чтобы обучать специалистов на конкретных задачах.

– *В рамках вашего проекта существенный объем работ был связан с кастомизацией и доработкой Teamcenter для задач ТПП. Известно, что перенос дополнительной функциональности на новые релизы Teamcenter не происходит автоматическим образом. Не пугает ли Вас в этой связи задача миграции на новый релиз?*

– **А.Д.:** Необходимость переноса всех работ на новую платформу нас не пугает. Кастомизация подразумевает переработку функционала, мы же его по большей части дорабатывали. Что и подтвердило тестирование перехода на новые версии *NX* и *Teamcenter*. При переходе примерно 70% того, что у нас сделано, “легло” в новый *Teamcenter* автоматически. Кроме того, уверенность мне придает наличие собственной, достаточно сильной, группы разработчиков и специалистов по сопровождению *CAD/CAM/PDM*-системы. Уверен, что это в их силах – самостоятельно переходить с версии на версию. Вероятно, для каких-то специфических работ в этом процессе мы будем привлекать внешних специалистов – возможно, из компании “Борлас” или напрямую, из *Siemens PLM Software*. Я прекрасно понимаю, что в типовой реализации, пожалуй, ни один программный продукт под задачи производства идеально не подойдет. У наших пользователей имеется много обоснованных запросов, и мы считаем, что ИТ-служба должна поворачиваться лицом к пользователю и обрабатывать его обоснованные запросы.

– *В чём заключается эволюция методов автоматизации проектирования и подготовки производства оборудования АЭС вообще и на “Атоммаше” в частности? От последовательного выполнения задач КТПП через параллельно-последовательное – к совместной работе специалистов разного профиля над проектом этого оборудования?*

– **А.Д.:** В отношении 3D-моделирования на “Атоммаше”, как я уже рассказывал, сложилась сильная школа, и инженеры умеют параллельно работать в *NX*. Также перед нами стояла задача организации параллельной работы технологов, сварщиков и металлургов при написании технологии на одно изделие. В нашем проекте это требование было реализовано – за счет разработки вложенных

технологических процессов. Кроме того, мы преследовали следующие цели: создание единого источника данных, механизмов проверки непротиворечивости технологических данных, базовой системы ТПП для наработки функционала. Дорабатывать под эти задачи нашу историческую “самописную” систему ТПП смысла не было.

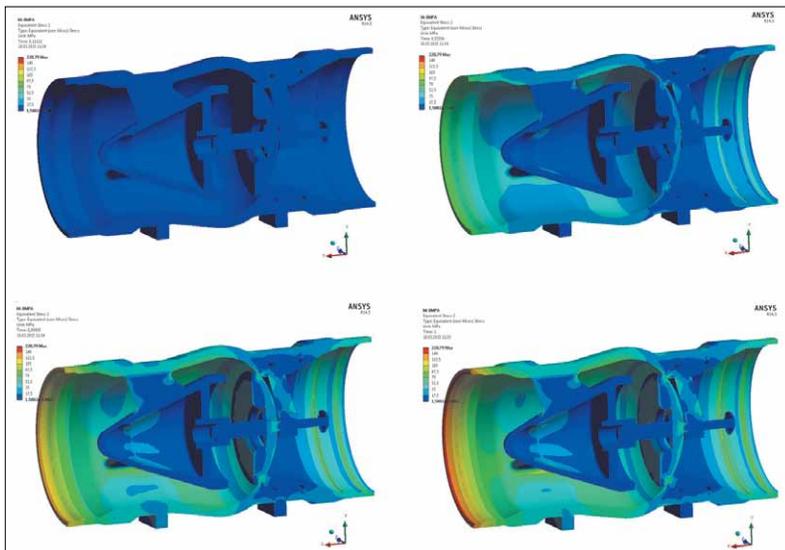
Более того, параллельно с созреванием системы, другие службы компании ставят перед нами всё новые задачи. Например, требуется возможность анализировать финансовые затраты, связанные с каждым конструкторским изменением. **Эволюция нашего понимания подготовки производства должна быть сквозным процессом.**

– *А как решены задачи материального и трудового нормирования?*

– **О.А.:** Одним из важных этапов нашего проекта была разработка механизма трудового нормирования в среде *Teamcenter*. Аналогичный проект мы уже прорабатывали на площадке в Петрозаводске – правда, в других решениях. Однако сами технологические нормы, а это достаточно большая база данных, были выгружены в те инструменты, которые мы разработали вместе с “Борлас”. Наше решение позволяет вести расчет времени операций по заданным параметрам выполнения операции, атрибутам целевого изделия и заготовки – с использованием нормировочных таблиц и формул.

– *Вы рассказывали об инженерных расчетах. А с помощью каких CAE-средств они проводятся?*

– **О.А.:** На “Атоммаше” для расчетов мы используем *CAE*-систему *ANSYS*. С течением



*Расчет в среде ANSYS клапана обратного давления для магистральных газо- и нефтепроводов*

времени у нас сложилась своя группа расчетчиков, которая, при необходимости, осуществляет сложные расчеты и для площадки в Петрозаводске. В среднем за год мы выполняем около 300 расчетов – семь видов расчетов я уже называл. Кроме того, мы применяем несколько очень узкоспециализированных CAE-решений для решения задач, связанных со спецификой нашего производства – гидроиспытания и т.д.

В 2015 году нами были проведены тестовые расчеты на прочность наших изделий в NX CAE. Сходимость результатов в двух системах нас полностью удовлетворила, и в дальнейшем для выполнения подобных расчетов мы думаем использовать именно NX CAE, поскольку “очистка” модели в среде NX CAD под требования ANSYS – это достаточно трудоемкое занятие.

*– Существует ли у вас потребность в инструментах моделирования и симуляции сборочных процессов сложных узлов, частей оборудования или контуров управления АЭС? Или же это не ваши задачи, а монтажных и пусковых организаций “Росатома”?*

**– А.Д.:** В настоящее время симуляция сборки-разборки узлов оборудования реакторного зала АЭС – это не наша задача. Но в будущем – да, эта тема нам будет очень интересна. **Мы лелеем мечту внедрить Tecnomatix**, она нас не оставляет. Но, к сожалению, сегодня заниматься этой темой при загрузке текущими задачами просто невозможно. У нас пока еще не выстроены основные процессы.

Специалисты Siemens рассказывают нам, что эта система способна нам дать. Я еще хотел бы услышать от наших коллег из машиностроения, что она им уже принесла. Старт проекта внедрения Tecnomatix мы пока отложили, поскольку посчитали, что это несколько преждевременно.

При этом очевидно, что наличие внедренной системы Tecnomatix могло бы смоделировать обработку заказанного нам изделия с учетом групп и видов операций, имеющих станков и т.д. Таким путем мы бы узнали, на какой из наших производственных площадок быстрее и выгоднее произвести заказанное оборудование.

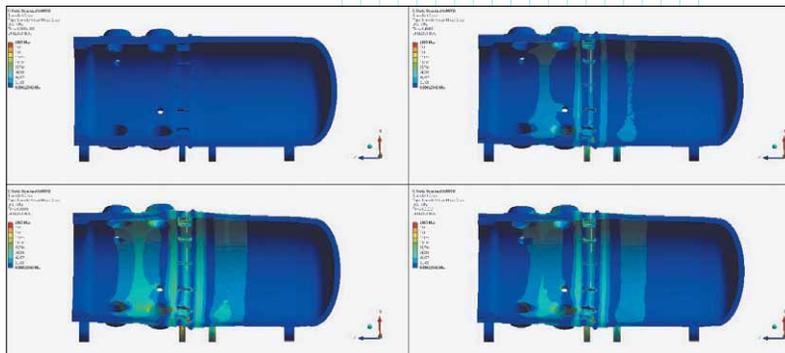
*– В каком состоянии находится ваш совместный проект с “Борлас”? Каковы текущие задачи и проблемы автоматизации на “Атоммаше”?*

**– А.Д.:** Проект, который мы начали с компанией “Борлас”, завершен. При этом система постоянно дорабатывается и развивается по требованиям наших

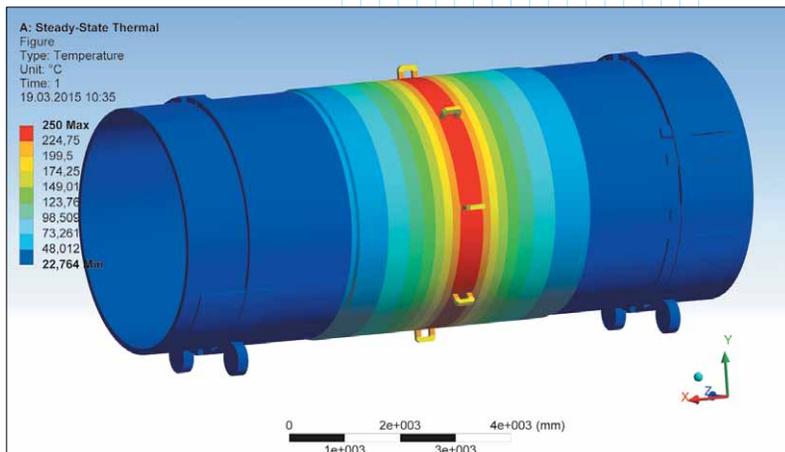
заказчиков. В некоторых аспектах доработанный функционал для написания техпроцесса пока еще не достиг совершенства, и эту проблему мы решаем.

**– О.А.:** Техпроцессы в системе должны храниться в актуальном состоянии, они должны своевременно обновляться и попадать в нужные руки в нужное время. При этом затраты времени на их разработку и актуализацию должны быть минимальными. Этот процесс можно улучшать бесконечно, он должен работать как часы. Здесь нам еще есть над чем поработать. Вести процесс ТПП в модуле Teamcenter мы начали в июне 2014 года. Для этого выбрали пилотное изделие – ПГВ на РоАЭС (парогенератор состоит из 143 сборочных единиц и 1012 деталей, 11 уровней вложенности), обучили технологов и провели хронометраж всех этапов технологической подготовки производства (для упрощения выбрали сборочную единицу 4-й группы сложности, состоящую из 20 компонентов, с более чем 20-ю операциями в техпроцессе).

В 2015 году были реализованы мероприятия по сокращению трудоемкости ТПП в Teamcenter, включая разработку методологии по оптимальной работе при ТПП, по реализации



Приварка зоны патрубков



Распределение тепловых полей для расчета технологических скоб при сварке кольцевого шва корпуса парогенератора

механизма автоматического массового формирования детальных технологических процессов и т.д. После этого был проведен повторный хронометраж технологической подготовки для изделия той же группы сложности – как оказалось, в результате проведенных мероприятий время ТПП сократилось на 20%.

**На сегодня я могу с уверенностью сказать, что решения по разработке ТПП в Teamcenter, подобного нашему, нет ни на одном машиностроительном предприятии.**

*– И аналитики, и многие практики, считают, что в корне неправильной является попытка на прямую автоматизировать тот хаос в системе управления и в бизнес-процессах, который обычно существует на предприятии – сначала следует всё упорядочить, провести реинжиниринг. Вы, как я понимаю, с этим не согласны...*

**А.Д.:** Существуют две школы ведения ИТ-проектов. Первая провозглашает поступательное движение вперед с хорошей подготовкой, проработкой и изменением бизнес-процессов, на которые затем накладывается ИТ-система. Это – хороший путь, но для динамично развивающегося предприятия он сам по себе недоступен. В процессе тюнинга бизнес-процессов, при наложении сверху системы эти бизнес-процессы изменятся еще раз. То есть, работу по реинжинирингу бизнес-процессов придется проводить дважды.

Вторая школа говорит о том, что нужно исследовать реальное положение дел, разработать технический функционал и внедрить его. В ходе процесса внедрения параллельно производится оптимизация внутренних процессов. При этом базовая ИТ-система уже работает, есть инструментарий для изменения функционала – чтобы он мог отвечать появляющимся требованиям.

Правильными являются оба подхода. Но первый неприменим для наших условий, я в этом твердо убежден. Мы развиваемся очень

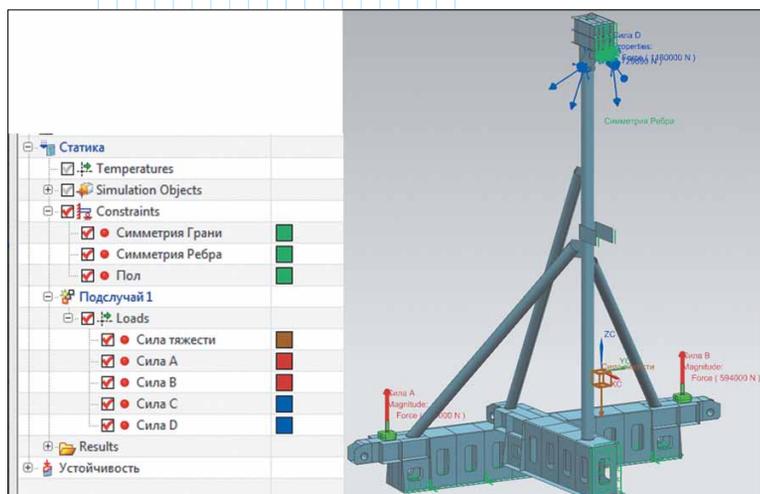
динамично. Компания “АЭМ-технологии” в 2007 году – это 30 человек, а сегодня нас уже 4500. **Наша основная цель внутри компании – стандартизация бизнес-процессов, от мелких до глобальных.** Когда мы выстраиваем системы, мы уже исходим из полученного ранее опыта и стараемся их максимально стандартизировать. Руководству крайне необходимо было видеть результат, использовать его для целей аналитики процессов и повышения управляемости компании. Мы сделали “как есть” и осознали на опыте, что осталось еще многое, что следует улучшать. Наша ИТ-служба работает над тем, чтобы в ближайшее время на обеих наших производственных площадках процессы управления, планирования производственной деятельности, передачи технологической документации и работы с ней стали одинаковыми – и лучше, чем были.

*– На ваших площадках применяется множество различных справочников. Как вы решаете проблему консолидации данных?*

**О.А.:** Да, это серьезная задача. Для её решения мы используем подход **MDM (Master Data Management)**, предназначенный для консолидации корпоративных справочных данных. В результате этого проекта 26 разных систем предприятия будут иметь у нас единый источник справочной информации. 27 справочников, не включая вспомогательные, будут объектами нашей системы НСИ. В итоге у нас будет один справочник по технологическим операциям, рабочим центрам, видам размещений и т.д. Это важно для упрощения сквозного планирования производства по всем площадкам с учетом межзаводской кооперации.

*– В рамках вашего проекта был освоен функционал Teamcenter Project Management. Что это дало?*

**О.А.:** При реализации наших контрактов мы работаем с ключевыми событиями, которые “закрываются” в процессе изготовления нашей продукции. Одно из ключевых событий – это конструкторско-технологическая подготовка производства. Соответственно любой срыв сроков при КТПП напрямую влияет на недополученный предприятием доход. Во избежание подобной ситуации, одним из требований при реализации проекта было обеспечить прозрачность КТПП на всех её этапах. В качестве инструмента мы решили использовать *Teamcenter Project Management*. Начиная со следующего года, мы планируем вести проекты в соответствии с реализованным решением – разбиваем их на подпроектные задачи, назначаем конкретных исполнителей на каждый этап, прогнозируем возможные результаты и



*Статический расчет траверсы в NX CAE*

сроки выдачи КД и ТД и пр. Процесс закупки материала мы тоже планируем вести как проект. У нас это называется “графики уровня 2а”. То есть мы понимаем, когда мы закупаем длинноцикловые материалы, и когда начинается линия производства.

*– В какой степени функционал Teamcenter интегрирован с ERP-системой завода, построенной на основе решений SAP? Как осуществляется синхронизация баз данных?*

– **О.А.:** В настоящий момент процедура передачи состава изделия между Teamcenter и SAP нами полностью отработана. Мы передаем спецификации и техкарты при каждом выпущенном извещении об изменении. При этом у планировщиков есть возможность применять эти изменения ко всем заказам, находящимся в производстве, или только к части из них.

Далее по загруженным в систему составам производится первичное планирование, и вновь созданные плановые и производственные заказы передаются в APS-систему Ortens, где происходит балансировка мощностей.

В планировании мы дошли до выдачи сменно-суточных заданий на конкретное рабочее место, поэтому оперативное проведение изменений по всем трем системам – это один из ключевых вопросов интеграции. Разработанное нами решение с этой задачей справляется.

## Достижения и результаты

*– Какими достижениями в сфере КТПП или PLM гордится ваша служба? В чём заключается особенность вашего проекта и его внедрения? Чем он оригинален, в чём успешен?*

– **А.Д.:** Откровенно говоря, в последние годы мы занимались далеко не только КТПП и PLM. Было сделано многое, чем можно гордиться.

По теме нашего интервью... Мы прошли на площадках Петрозаводска и Волгодонска разный путь, но на обеих площадках мы добились положительных результатов, и ими можно гордиться. И на “Петрозаводском”, и на “Атоммаше” имеется работающая система. Результаты

работы конструкторов и технологов доступны всем, кому это необходимо, без ограничения и без дополнительного вмешательства.

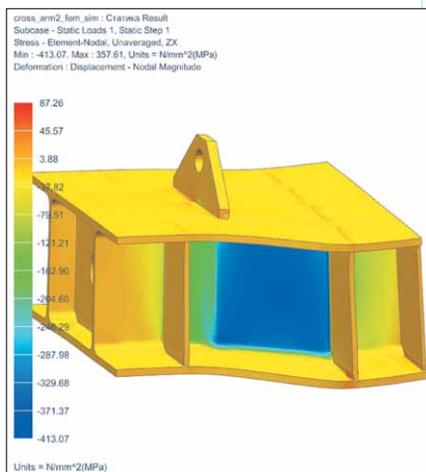
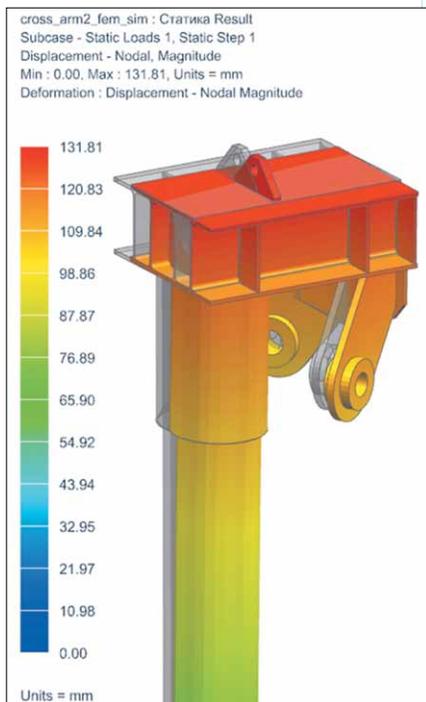
*– На Ваш взгляд, были ли достигнуты цели, которые ставились перед началом проекта?*

– **О.А.:** В настоящее время ТПП на все изделия на “Атоммаше” разрабатываются в Teamcenter. Все задачи, которые мы ставили перед собой в начале пути, выполнены. В итоге внедрения на “Атоммаше” наши конструкторы и технологи получили удобный инструмент для КТПП, с помощью которого они совместно нарабатывают базу конструкторско-технологических решений, аналогов. Ведь, как известно, в машиностроении основой для написания ТП являются аналоги. Когда-то написанный техпроцесс на обечайку можно использовать и сегодня, изменив его параметры.

Сегодня у работающих в системе технологов имеется большое количество предложений по улучшению работы, по внедрению новых возможностей, которые помогут сократить сроки КТПП и повысить качество разрабатываемых изделий.

– **А.Д.:** Из нашего опыта однозначно понятно, что на этапе освоения автоматизированного сквозного процесса КТПП трудоемкость значительно увеличивается. В Петрозаводске система уже отшлифована, технологи уже отточили свои навыки, и поэтому технологию они пишут с той же скоростью, как делали это в старой, знакомой им системе. Однако теперь результатом их работы становятся такие данные, которые уже можно анализировать. На “Атоммаше” мы к этому состоянию пока только приближаемся.

Должен отметить: то, что нам позволяют увидеть внедренные инструменты анализа, прежде мы видеть не могли. **Результатом нашего проекта стала возможность смотреть на проблему в целом** – например, видеть аналитику, касающуюся отклонений в технологическом процессе. Это очень существенный плюс для нас. Работа конструктора и технолога – это, конечно, важно, но не менее важно знать, что происходит потом.



*Конструкция траверсы и всех соединений требует тщательного инженерного анализа*

**Для компании в целом внедренные решения позволяют повысить управляемость, что крайне важно.**

*– Как влияет автоматизация процессов проектирования и управления данными на основе продуктов и технологий Siemens PLM Software на показатели деятельности завода?*

– **А.Д.:** Назову ряд достигнутых целей – нам удалось получить документацию на изделие в нескольких производственных системах, отладить систему проверок технологической документации на непротиворечивость, существенно повысить детализацию технологического процесса.

Благодаря новым процессам, нам удалось изменить уровень детализации ТПП. Раньше мы писали техпроцесс с одним уровнем детализации, а сегодня делаем это совершенно по-другому: пишем попереходную технологию, указываем материалы и ДСЕ на фазах вовлечения. То есть, технологом приходится дополнительно указывать большее количество параметров.

**Сегодня мы получаем прямой посыл из отрасли: сократить цикл производства оборудования для атомных станций, сохраняя высокое качество!** Но чтобы этот цикл сократить, его сначала нужно охватить, понять и разложить по мощностям предприятия. Единожды написанный техпроцесс не остается неизменным – изыскиваются более оптимальные пути производства, появляется новое оборудование с ЧПУ, новый режущий инструмент, применяется другой подход к нормированию.

*– Насколько важным фактором успеха ИТ-проекта, такого, как запуск системы КТПП, является формирование эффективной команды внедренцев? Какова роль первого лица предприятия в обеспечении успеха?*

– **А.Д.:** Когда мы начинали проект на “Атоммаше”, нам уже не нужно было растить ИТ-специалистов, которые обслуживали бы продукты Siemens – эти специалисты уже имелись и были достаточно опытными. Также пригодился опыт проекта на площадке “Петрозаводскмаш”.

Что касается роли первого лица – её сложно переоценить. Уверен, что без постоянной и всесторонней поддержки генерального директора достичь таких результатов просто невозможно. Во всех реализованных проектах он выступает в роли куратора, пристально следя за реализацией.

*– Как вы намерены развивать свою систему КТПП, что еще предстоит сделать?*



*О.Н. Апанасюк и А.С. Думин,  
АО “АЭМ-технологии”*

– **А.Д.:** Все ИТ-системы предприятия вместе должны позволить нам вести четкий мониторинг исполнения проекта или контракта. Ведь контракт может быть на одно изделие, а может включать изготовление 23-х видов изделий, каждое из которых состоит из четырех или восьми изделий. Все они выпускаются у нас на разных площадках, и у каждого есть свой цикл – КД, ТД, закупки, производство, входной и выходной контроль. Перед нами стоит задача выполнить заказ вовремя, и у нас есть проработанные подходы к решению этой задачи.

*– В чём заключается ваша “формула успеха”?*

– **А.Д.:** Проект, который мы реализовали на нашей площадке в Петрозаводске, входил в программу по ИТ-трансформации госкорпорации “Росатом”. Предпосылки к такому активному действию в отрасли были, нас подталкивали к этому наши руководители. Когда я пришел на работу в “АЭМ-технологии”, передо мной была поставлена задача наладить работу конструкторов и технологов в единой среде. Что мы и реализовали на обеих производственных площадках – “Петрозаводскмаш” и “Атоммаш”.

*– Благодарю вас обоих за уделенное нашему журналу время, и желаю достичь поставленных перед вашей ИТ-службой целей!*

Санкт-Петербург, 23 декабря 2015 г.