

# “Ориентация на лучшие IT- и PLM-решения позволила нам существенно сократить сроки создания перспективного авиадвигателя”

Интервью С.В. Бормалева, директора ОАО “Авиадвигатель”  
по информационным технологиям

Александра Суханова (Observer)

aleksandra@cadcamcae.lv

Предлагаемое интервью Сергея Валентиновича Бормалева, директора ОАО “Авиадвигатель” по информационным технологиям, публикуется в рамках популярного редакционного проекта “Формула успеха” – своеобразной ВДНХ в сфере внедрения и применения САПР/PLM на территории России.

Поводом для обстоятельной беседы послужила успешная реализация компанией “Авиадвигатель” и соисполнителями по кооперации одного из основных этапов проекта по созданию перспективного двигателя ПД-14, установка которого на испытательный стенд произойдет в ближайшее время.

Программа создания семейства авиационных двигателей и газотурбинных установок на базе унифицированного газогенератора ПД-14 является одним из приоритетных проектов Объединенной двигателестроительной корпорации (ОДК). Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке силовой установки с двигателями проекта ПД-14 для самолета МС-21 и семейства самолетов на его базе являются самыми крупными в структуре ОДК, по крайней мере, в области гражданского двигателестроения. Помимо базового двигателя ПД-14 с тягой в 14 тонн, на базе унифицированного газогенератора будут разработаны также ПД-14А (12.5 т) и ПД-14М (15.6 т.). Считается, что оснащение перспективного ближнесреднемагистрального авиалайнера XXI века МС-21, разработку которого ведет “Корпорация “Иркут”, – не единственно возможное их применение. Новые пермские двигатели можно будет устанавливать на самолетах типа *Super Jet-130*, на российско-индийских *MTA (Medium Transport Aircraft)*, на многочисленных модификациях транспортных Ил-76.

По предварительным прогнозам экспертов, серийное производство ПД-14 позволит российским предприятиям увеличить долю в мировом авиационном двигателестроении до десяти процентов.

Что же касается сферы *PLM*, то проект по созданию ПД-14 отличается своей разветвленностью. Впервые в рамках “Формулы успеха” мы представляем читателям *PLM*-решение, обслуживающее территориально распределенную группу компаний и предприятий, которая включает заказчиков, “головников”, ряд КБ и серийных заводов, соисполнителей проекта ПД-14. В качестве базового ПО для проектирования и управления



Сергей Валентинович Бормалев родился в Перми. В 1976 году с отличием окончил Пермский политехнический институт, факультет “Авиационные двигатели”, и пять лет работал конструктором и расчетчиком в отделе перспективных разработок ОАО “Авиадвигатель”.

В 1981 году перешел во вновь созданный отдел САПР, где занимался разработками методик и ПО для автоматизации проектирования ГТУ и задач АСУ. В 1987 году стал начальником отдела САПР.

В 1994 году назначен начальником отделения ИТ – директором ОАО “Авиадвигатель” по информационным технологиям.

В 1999 году стал по совместительству директором по ИТ в ОАО “Пермский моторный завод”, проработав на этой должности до октября 2011 года.

В 2003 году, с образованием Управляющей компании “Пермский моторостроительный комплекс”, был назначен по совместительству её директором по ИТ; в 2009 году УК ПМК была упразднена.

В настоящее время работает директором по ИТ в ОАО “Авиадвигатель”.

С 2006 года является президентом *CIO*-клуба, объединяющего ИТ-руководителей Пермского края.

В 2010 году С.В. Бормалев стал лауреатом ежегодной национальной премии “ИТ-ЛИДЕР” в номинации “Машиностроение”.

данными на всех этапах жизненного цикла семейства инновационных авиадвигателей были выбраны программные продукты компании *Siemens PLM Software* – системы *NX* и *Teamcenter*, в том числе и *Teamcenter MultiSite Collaboration*.

– Скажите, Сергей Валентинович, не получится ли так, что первые МС-21 будут летать на двигателях Pratt & Whitney? Когда намечен запуск в серию двигателей ПД-14 и ПД-14А согласно плану ОДК?

– Я не думаю, что так произойдет. Мы приложим все усилия для того, чтобы первые МС-21 летали всё-таки на наших двигателях. Несмотря на то, что сертификация нового двигателя ПД-14 должна быть осуществлена в рекордно короткие сроки, я уверен, что нам окажут всестороннюю поддержку, так как уход от сырьевой экономики и стимулирование инновационной деятельности входят в перечень государственных задач. У России должен быть и свой новый самолет, и свой двигатель для него!

– Как вообще поставлена задача: создать уникальный по совокупности характеристик российский двигатель, лучший в своём классе? Или – создать двигатель, на котором МС-21 сможет летать, чтобы не брать американский? Может быть, не стоит “париться”?

– Свою карьеру я начинал в отделе перспективных разработок ОАО “Авиадвигатель”, где рождались все двигатели, выпускаемые нашим предприятием. Каждый новый двигатель создается на новом технологическом уровне. И, как правило, за счет этого он должен быть на 20% экономичнее своего предшественника. Это – основной критерий. Среди сопутствующих критериев – технологичность, ремонтпригодность, стоимость обслуживания в эксплуатации. Чтобы достичь повышения экономичности двигателя на 20%, надо внести серьезные конструктивные и технологические изменения, использовать новые технологии и подходы. **Принципиально новый двигатель, к числу которых мы относим ПД-14, – это инновационное изделие.** В его разработке принимают участие научные институты, в изготовлении применяются новые материалы и технологии, самое современное оборудование. Как Вы знаете, это разветвленный проект, для выполнения которого ОДК подключила серию КБ и заводов, которые в ходе проекта существенно подняли свой уровень автоматизации и технического оснащения.

Кроме повышенной экономичности следует отметить, что новый двигатель будет конкурировать с иностранными аналогами и по ряду экологических параметров – таких, как шум и вредные выбросы. Мы понимаем, что если ПД-14 по этим показателям не будет соответствовать нормам *EASA* (*European Aviation Safety Agency*), то самолет, оснащенный таким двигателем, не получит соответствующего

сертификата и не будет допущен к зарубежным полетам.

Чтобы разрабатываемый двигатель смог достичь таких параметров, предприятие должно иметь просто колоссальный опыт в проведении инженерного анализа, обладать методами его организации, которые невозможно купить. Можно приобрести ПО, научить специалистов решать с его помощью какие-то задачи, но методология проектирования у каждого предприятия формируется не за один год. У нас на это ушло почти 10 лет. Сейчас можно сказать, что мы достигли очень хорошего уровня в этом деле.

Возвращаясь к вопросу конкурентоспособности... Цена на наш двигатель, обладающий вышеперечисленными характеристиками, должна быть не выше, чем у конкурентов. Еще один важный параметр конкурентоспособности – ресурс двигателя. По общему ресурсу и межремонтному ресурсу наши двигатели должны быть сопоставимы с зарубежными аналогами. Если ресурс меньше, то и стоимость такого двигателя должна быть ниже. Поэтому, конечно, перед нами остро стоит задача создания конкурентоспособного двигателя.

– Готовясь к интервью, мы просматривали множество материалов, слушали Ваши выступления и смотрели презентации. Масштабность и сложность задач, которые решаете Вы и Ваши коллеги, конечно же, впечатляют. Еще более сильное впечатление производят масштабы инвестиций в создание этого двигателя. Но всё же: стоит ли овчинка выделки? Так ли хорош будет ПД-14, оправдаются ли инвестиции?

– Как показывает мировая практика двигателестроения, яркими представителями которого являются *Rolls Royce*, *General Electric* и *Pratt & Whitney*, создание нового авиадвигателя обходится в миллиарды долларов. Мы, конечно же, соотносим свои расходы с известными нам затратами наших коллег. Это же касается и сроков создания двигателя. Мы получаем бюджетное финансирование, и поэтому за распределением средств ведется очень детальный и строгий контроль на многих уровнях. Иногда этот контроль становится избыточным и даже мешает в работе, но мы понимаем, почему так происходит.

В создание семейства двигателей на базе ПД-14 государство уже вложило значительные средства. Но на самом деле – это минимум, который позволяет нам не останавливаться и вести работы. Я бы даже сказал, что мы сидим “на голодном пайке”. На многое нам не хватает средств – особенно на сферу ИТ. Каждый раз, когда мы готовим отчеты для комиссии ОДК, я указываю на то, что предприятиям-соисполнителям не хватает средств для ИТ-обеспечения проекта. У нас разработаны определенные требования по технической поддержке проекта. Если часть предприятий соответствует им, а часть – нет, то работа движется очень медленно.

Людам, не вовлеченным в проект, может показаться, что выделяются большие деньги. Но ведь в создание двигателя вовлечено много НИИ, КБ и заводов, идет колоссальная работа по закупке и исследованию новых дорогостоящих материалов, оборудования и прочее, и прочее. Например, у нас на “Авиадвигателе” сейчас очень большое внимание уделяется “ресурсному проектированию”. Мы получаем новые материалы для двигателя, исследуем их физические свойства. С этой целью из материалов изготавливают образцы, которые испытываются на специальных современных стендах, что позволяет определить свойства и параметры материала. Только таких образцов у нас несколько десятков тысяч штук. Для того чтобы сертифицировать двигатель, нам нужно иметь данные испытаний, на основе которых будет создана доказательная база. Чтобы ускорить процесс создания данных образцов, мы закупаем и устанавливаем роботизированный комплекс, который позволит выполнять работу с высочайшей точностью и без отклонений.

*– Почему именно ОАО “Авиадвигатель” стало головным по разработке семейства двигателей ПД-14, а не ММПП “Салют” или “Сатурн”, например? Какой багаж знаний и опыта позволяет вашему предприятию быть головным?*

– Дело в том, что в трудные для страны в целом и нашей отрасли в частности годы нашему предприятию удалось не растерять свой потенциал. На закате СССР Павел Александрович Соловьев, наш прежний генеральный конструктор, очень правильно и вовремя переориентировал предприятие с военной тематики на гражданскую, а также на газотурбинные установки для наземного применения. Это помогло нам выжить в смутные времена и, что главное, сохранить коллектив. **У нас исторически на высоком уровне поставлена система подготовки кадров.** Наш генеральный конструктор параллельно является заведующим кафедрой авиадвигателей в Пермском национальном исследовательском политехническом университете. Несмотря на то, что зарплаты у нас невысокие, молодые специалисты к нам тянутся, поскольку мы им предлагаем работать в сфере новых технологий, где уровень их подготовки будет востребован. У нас работает много кандидатов и несколько докторов технических наук.

Как известно, за короткое время школу и культуру создания авиадвигателей, подобную нашей, не построить. Целое поколение наших специалистов, которые на своем веку создали не один двигатель, знает, как наследуются технологии и подходы, какие вещи просто невозможно перепрыгнуть. **Наш подход базируется на синтезе своих методов, на результатах экспериментов, новых технологиях и мировых практиках.** Повторюсь, что покупка ПО и концентрация в одном месте подготовленных людей еще не являются залогом

того, что на этой базе можно создать новый двигатель.

Теперь о наших коллегах. “НПО “Сатурн” – это в первую очередь производственное объединение. Когда-то оно занималось производством и ремонтом наших двигателей. Там же располагался филиал нашего КБ. Когда началась приватизация, мы отдали это КБ “Сатурну”. По своей сути то КБ было ближе к серийному и потому не обладало тем потенциалом знаний, который формировался и накапливался на “Авиадвигателе”.

По ряду политических причин, работать на “Сатурн” перешел наш бывший генеральный конструктор. Как водится, за собой он потянул специалистов – это были главным образом специалисты, прошедшие школу работы в ИТ. Сейчас эта команда составляет костяк КБ “Сатурна”. Юрий Шмотин (генеральный конструктор), Роман Храмин (главный конструктор по проекту ПД-14), Павел Чупин (начальник ОКБ), Дмитрий Карелин (зам. начальника ОКБ по САПР) – всё это “наши люди”. Сейчас, когда мы работаем в кооперации над проектом ПД-14, это обстоятельство помогает, так как мы знаем, что это за специалисты, какими знаниями и технологиями они владеют. Мы кооперируемся в вопросах САЕ, где они успешно продвигаются, устраиваем видеоконференции для обмена опытом, чтобы не тратить время на поиск решения задач, которые были решены коллегами.

Что касается ММПП “Салют”, так это, прежде всего, мощный завод. КБ там было создано относительно недавно. Естественно, что завод был настроен развивать у себя собственное КБ. Понятно, что глубоких знаний и опыта в сфере проектирования и создания двигателей это КБ пока не накопило.

*– Почему модель или структура данных ОАО “Авиадвигатель” была принята в качестве единой для всех участников кооперации по созданию ПД-14?*

– **Единая модель и структура данных – главное требование при работе в системе Teamcenter MultiSite Collaboration.** Работа в кооперации по проекту ПД-14 реально началась в 2009 году. При этом уже с 2006 года наше предприятие применяло Teamcenter в режиме промышленной эксплуатации. За прошедшие с 2006 г. до начала проекта три года наша модель данных доказала свою работоспособность. Во время применения этой структуры данных в текущем проекте существенных нареканий ни с нашей стороны, ни со стороны партнеров по кооперации не было. Она работает. Более того, мы развили свою модель данных путем включения в нее модели данных для хранения расчетной информации, а также технологической информации для подготовки производства.

В целом же, предприятие, которое назначается в проекте головным, “заказывает музыку”. Для

нас таким “головником” по программе МС-21 является ОАО “Корпорация “Иркут”. Это предприятие разработало и использует свою модель данных в *Teamcenter* и настаивает на том, чтобы все поставщики комплектующих использовали именно её. Поэтому в течение года нам пришлось разворачивать проект с “Иркутом”, главной целью которого было наладить взаимосвязь через *Teamcenter* их структуры данных с нашей. Теперь их модель данных “развернута” у нас, что дает нам возможность работать с “Иркутом”, а с коллегами по кооперации в рамках проекта ПД-14 – использовать нашу структуру данных. Нами сделаны настройки, позволяющие экспортировать и импортировать данные с разными структурами.

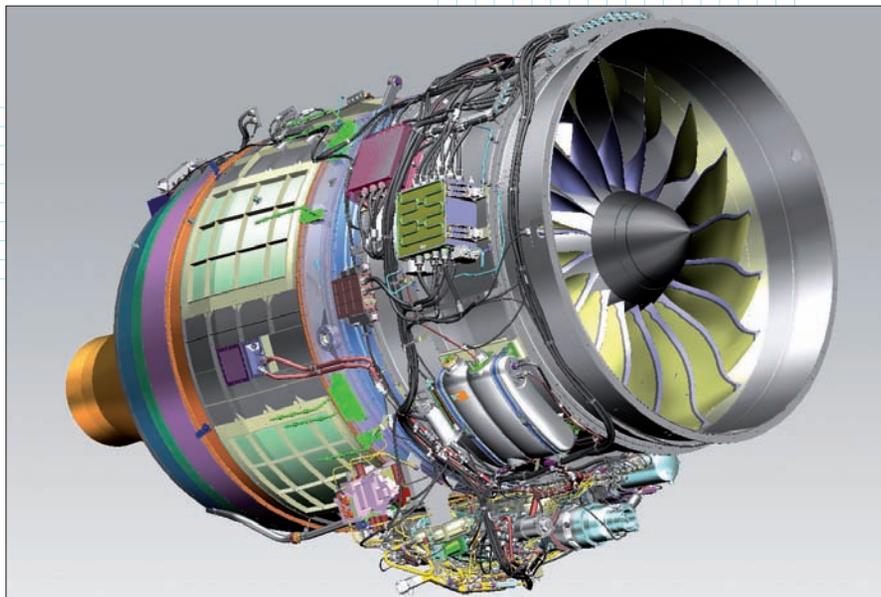


Рис. 1. Электронный макет двигателя-демонстратора ПД-14

– Понимание концепции PLM и опыт работы в *Teamcenter* у вашего предприятия были еще до начала проекта создания нового двигателя. Каков вклад поставщика в формирование методологических и практических основ PLM-решения на “Авиадвигателе”?

– С гордостью отмечу, что внедрение *Teamcenter* на “Авиадвигателе” – это был очень серьезный и глубокий проект, который не был похож на многие примеры лоскутной автоматизации, встречающейся в нашей отрасли. Этот проект был начат в 2004 году. На протяжении двух лет мы меняли бизнес-процессы предприятия и формировали модель и структуру данных. За это время было написано много приложений для *Teamcenter*.

**В роли внедренца *Teamcenter* выступал PLM-департамент компании ЛАНИТ.** У привлеченных ею специалистов на тот момент уже имелся некий опыт внедрения PDM-систем. На том этапе **роль ЛАНИТ была очень значительной – именно с помощью специалистов этой компании нам удалось создать модель данных, которая жива и по сей день уже в новых проектах.** Я благодарен Андрею Никитину из ЛАНИТ, а также тогдашнему главе российского представительства *Unigraphics Solutions* Генриху Мелусу, – за их вклад и помощь в этом проекте. Кроме того, хочу отметить следующее.

В 2005 году я был приглашен в ГСС (“Гражданские самолеты Сухого”) на совещание по проекту *SSJ (Sukhoi Superjet)*, на котором выступал Михаил Погосян, нынешний глава ОАО “ОАК”. Мне очень понравилась изложенная им концепция и стратегия взаимодействия соисполнителей, вовлеченных в этот амбициозный и сжатый по срокам проект. На эти принципы я частично опирался при выстраивании ИТ-взаимодействия и стратегии в рамках выполнения проекта ПД-14. Уже сейчас **могу ответственно заявить, что построенная на “Авиадвигателе” схема работы отвечает классическому пониманию PLM.** Мы понемногу про-должаем насыщать наше PLM-решение, включая в



Рис. 2. Газогенератор-демонстратор ПД-14 на испытательном стенде

него управление технологическими и расчетными данными, а в скором времени будем расширять его в сторону послепродажного обслуживания (MRO).

– Известно, что на “Авиадвигателе” были и попытки применения систем Pro/ENGINEER и CATIA. Почему эти попытки оказались безуспешными?

– Это целая “история с географией”. Когда-то давно, в далеком 1994 году, наше предприятие по инициативе Генриха Мелуса даже получило официальный статус дилера *Unigraphics Solutions* в России, и мы имели право продавать это ПО. ☺ Жаль, правда, что из-за весьма специфических товарно-денежных отношений в дикие 90-е годы нам так и не удалось совершить ни одной сделки. Зато наше предприятие и наше внедрение регулярно использовались как образцово-показательные примеры в России. Мы даже выезжали на другие предприятия на “битвы” *SPLM* против *PTC*, так как у нас был опыт работы и в системе *Pro/ENGINEER*. Её мы приобрели в рамках совместного проекта с американской компанией *Allied Signal*, которая

производила и устанавливала агрегаты на различную авиационную технику. Они в своей работе использовали *CADDS 5*, а потом и *Pro/ENGINEER*. Для поддержки кооперации мы тоже оснастили рабочими местами *Pro/E* небольшую группу людей. Однако проектировать в *Pro/E* нам не понравилось из-за слишком жесткой параметризации. Для несложных вещей эта система может быть пригодной, но для наших задач – однозначно нет. Очень трудно виртуально продумать в голове все этапы построения модели до того как начать проектировать её в среде *Pro/E*.

Действительно, кроме *NX* и *Pro/E*, мы также познакомились и с системой *CATIA*. Поводом послужило планировавшееся в середине 90-х годов сотрудничество со *SNECMA*. Эта корпорация использовала *CATIA*, и мы готовились к её внедрению у нас. Однако сотрудничество завершилось, еще не начавшись, и “Авиадвигатель” переориентировался на кооперацию с *Pratt & Whitney* – пользователем решений *SPLM*. Я тогда вздохнул с облегчением, поскольку *CATIA* мне не понравилась из-за своей жесткой привязки к аппаратному обеспечению *IBM* и невероятной дороговизны такого решения. Я был больше настроен на внедрение *Unigraphics*, и то обстоятельство, что наш зарубежный партнер по кооперации является пользователем этой системы, лишь укрепило меня в сделанном выборе.

Таким образом, к моменту внедрения *Unigraphics* в промышленную эксплуатацию, мы имели представление и даже опыт работы, помимо этой системы, с *ANVIL*, *Pro/E* и *CATIA*. Из них *Unigraphics (NX)* нам понравился больше всех, и нравится до сих пор.

– Ваше предприятие выполняет функции головного в большом проекте, участниками которого являются предприятия, где уровни развития ИТ-инфраструктуры, методы автоматизированного проектирования и управления данными существенно отличаются. Эта роль нам представляется весьма неблагоприятной и рискованной – если только сразу не ставится задача выравнивания соответствующих потенциалов. Прокомментируйте, пожалуйста...

– В 2009 году, когда зарождался проект ПД-14 и был сформирован состав участников кооперации, я должен был выступать на совещании в ОДК. В виде концепции я изложил свое видение того, что нужно сделать, чтобы поддержать проект. Активных участников кооперации насчитывалось шесть: ОАО “Авиадвигатель”, ОАО “ПМЗ”, ОАО “УМПО”, ОАО “НПП “Мотор”, ФГУП “ММП “Салют”, ОАО “НПО “Сатурн”. Недавно к этому списку присоединился и седьмой участник – пермский “Машиностроитель”. Действительно, если на некоторых предприятиях к тому времени уже было представление о продвинутых САПР и PDM-системе для управления данными (а где-то даже были инсталляции *Teamcenter*), то на ряде предприятий

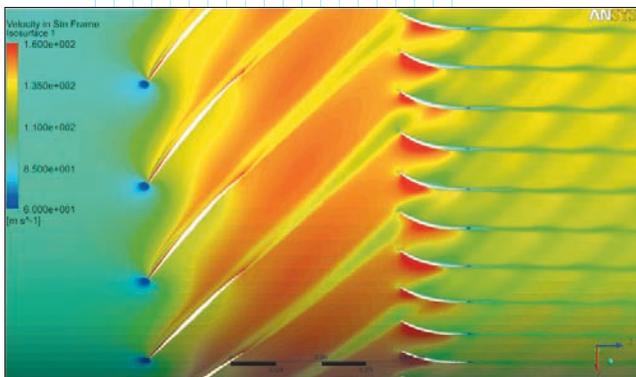


Рис. 3. Нестационарные расчеты течения в вентиляторной ступени (распределение скоростей)



Рис. 4. Излучение звука из воздухозаборника авиационного двигателя (мгновенное распределение давления)

*PDM* не использовались, а *CAD/CAM*-системы были развернуты не в том масштабе.

Понимая, что такие участники кооперации будут тормозить взаимодействие, я был вынужден занять активную позицию в решении этой проблемы. В сжатые сроки нужно было существенно подтянуть эти предприятия. ЛАНИТ взялся плотно поработать с “НПП “Мотор”, а с ОАО “УМПО” напрямую работал российский офис *Siemens PLM Software*. Был составлен план-график работ по созданию территориально распределенной системы ведения проекта, который подписали руководители этих предприятий, а со стороны *SPLM* его подписал региональный директор **Виктор Беспалов**. Всего за полгода уровень автоматизации предприятий повысился и начал соответствовать требованиям участия в проекте. ЛАНИТ в этом процессе показал себя грамотным и надежным системным интегратором. Мы также в течение этих шести месяцев плотно взаимодействовали с предприятиями, в том числе заходили через *VPN* на их сервера для настройки модели данных.

*– Нам нередко приходилось сталкиваться с такой автоматизацией, когда собственно проектирование на предприятии ведется в 2D – средствами AutoCAD или даже на кульманах. И лишь потом, в ОГТ или в цехе, по чертежам строятся 3D-модели – преимущественно для целей визуализации или разработки управляющих программ для станков с ЧПУ. В вашем случае проектирование осуществляется исключительно в электронном виде, согласно концепции полного электронного проекта в NX под управлением PDM-системы Teacenter. Давайте поговорим об этом немного подробнее. Какие усилия потребовались, чтобы “Авиадвигатель” решил у себя эту методологическую и организационно-техническую проблему правильного (как любят говорить в ЛАНИТ) компьютерного проектирования?*

– Как известно, нет предела совершенству. Я внимательно слежу за появлением нового функционала и думаю о том, как с его помощью “закрывать” всё еще имеющиеся в нашем *PLM*-решении пробелы. Проект внедрения *NX* стартовал на “Авиадвигателе” в 1994 году. На мой взгляд, **мы достаточно быстро выстроили сквозную цепочку: проектирование с выходом на ЧПУ.** На основе файла модели проектировалась технологическая оснастка, ассоциативно связанная с моделью (концепция мастер-модели). С этим мы справились практически за год. Мы отчетливо понимали преимущества сквозного процесса проектирования.

Со стороны *SPLM* (тогда *Unigraphics Solutions*) с нами работали Генрих Мелус, Виктор Абакумов и Владимир Сибиряков – столпы *Unigraphics* в России. Система в те времена работала еще на платформе *RISC/UNIX*, поэтому мы приобрели рабочие станции *Silicon Graphics* для четырех конструкторов. В. Абакумов и В. Сибиряков провели

у нас продвинутое обучение, и мы начали работу. Справедливости ради должен отметить, что до этого наши специалисты работали с *ANVIL* (в 1980–90 гг. эта *CAD/CAM*-система на платформе *VAX* от корпорации *DEC* пользовалась популярностью в отраслях ВПК многих развитых стран. – *Прим. ред.*), поэтому мы имели представление о подобных решениях. Прошедшие обучение специалисты постепенно подучили своих коллег, и мы стали расширять и углублять использование *NX*. **Сквозная цепочка проектирования позволила нам сократить сроки производства охлаждаемой турбинной лопатки с девяти месяцев до четырех!** Таким фактам сложно что-либо противопоставить, и они стали реальным доказательством оправданности наших ожиданий. Параллельно мы занимались организационной и методической работой.

Сегодня, по прошествии многих лет, в *NX* у нас работают все конструкторы и большинство

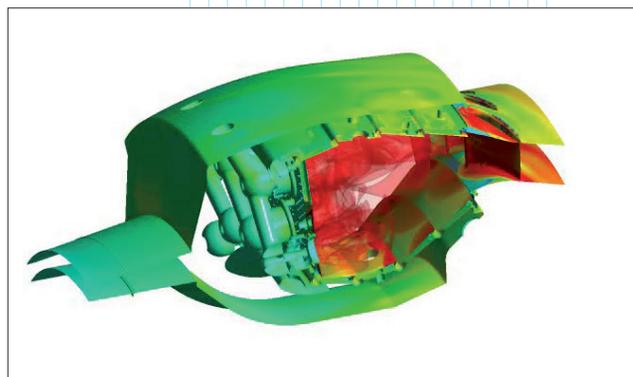


Рис. 5. Изучение структуры течения и температурных полей в камере сгорания

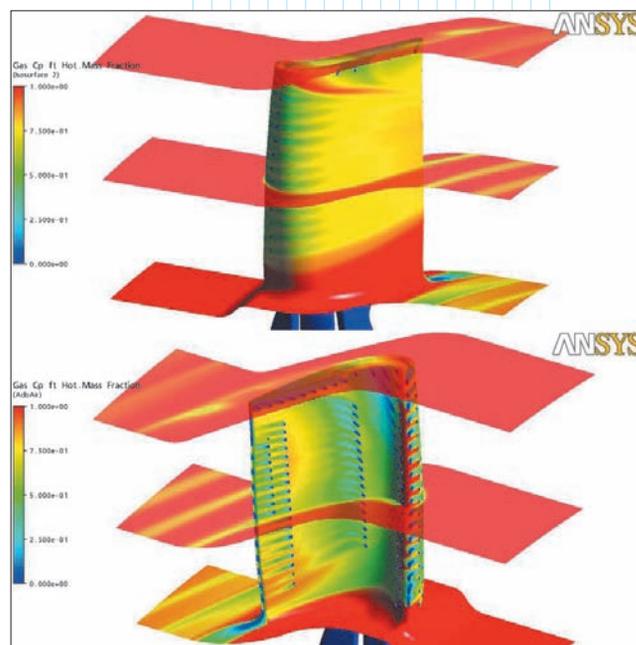


Рис. 6. Совместный расчет наружного обтекания, внутреннего течения и теплового состояния лопаток турбины

технологов, и мы ведем электронные проекты. **Проект нового двигателя ПД-14 уже по определению является электронным и с самого начала живет именно в таком виде.** Года три назад мы выпустили на предприятии приказ о ведении проекта ПД-14 только в электронном виде. К моменту выпуска приказа у нас имелись все необходимые знания и средства для ведения электронных проектов: рабочие станции, сервера, *Teamcenter*, специалисты. **Мы смогли позволить себе сделать полное трехмерное определение изделия буквально до последнего винта.** Для того чтобы отслеживать соблюдение правил и требований к электронному проекту ПД-14, была создана специальная контрольная служба. Скажу больше: сегодня в процессе сборки газогенераторов в сборочном цехе специалисты опираются на видеоруководства, которые демонстрируются на больших плазменных панелях. Тут же на местах им доступны базы *Teamcenter*, в которых хранятся составы узлов, все служебные записки и другая сопутствующая информация.

Важно отметить, что и генеральный конструктор **Александр Александрович Иноземцев**, и его первый заместитель, то есть высшее руководство предприятия, понимают необходимость применения новейших технологий и поддерживают ИТ-службу в этом вопросе. Они понимают, что без этого предприятие станет неконкурентоспособным. Менеджеры среднего звена и все сотрудники чувствуют их настрой и хотят быть, что называется, “в струе”.

*– Насколько вам удалось продвинуться в деле полного электронного согласования конструкторской документации?*

– В этом деле мы продвинулись очень значительно. По большинству проектов реализовано и действует полное электронное согласование КД. Всем понятно, что невозможно долгое время сохранять соответствие электронных документов и моделей с их бумажными аналогами. На каком-то из этапов ошибка обязательно всплывет. Я называю это миной замедленного действия.

Мы пошли поэтапно. Сначала процесс был “ручным”, и только результат вносился в *PDM*-систему. Затем мы постепенно укорачивали этапы, на которых КД применялась в бумажном виде, и, соответственно, расширяли этапы, где бумажная документация больше не применялась. Через какое-то время мы стали делать распечатки только перед подписанием у главных конструкторов или для передачи на серийный завод. **Проект ПД-14 является тому подтверждением и доказательством того, что в результате наших действий нам удалось полностью перейти на электронное согласование КД.** Примечательно, что совсем недавно вышел новый ГОСТ, имеющий отношение к электронному согласованию КД, применяемой для создания военной техники. Это позволило нам существенно продвинуться в привлечении представителей

заказчика к согласованию КД на авиационную технику в электронном виде.

*– Как в Teamcenter решается задача отслеживания и управления конфигурациями вообще и опытных двигателей в частности? Насколько важен такой функционал для ваших условий?*

– Это крайне важная задача, и мы её стали решать еще на самых ранних стадиях внедрения *Teamcenter* в 2004–2006 гг. А вообще-то **управление конфигурациями является требованием, которое необходимо выполнять для того, чтобы пройти сертификацию двигателя.** Мы автоматизировали управление тремя видами конфигураций: конструкторскими, “как заказано в производство” и “как собрано”. Извещения управляют процессом внесения изменений в КД. Когда мы только начинали внедрение *Teamcenter*, функционал той версии был не слишком удобен для управления извещениями. Поскольку этот аспект крайне важен, наши специалисты, используя *API Teamcenter*, написали приложение, которое полностью соответствует нашим требованиям и позволяет управлять конфигурациями конструкторских спецификаций.

Вторая конфигурация – “как заказано в производство”. Состав изделия, получаемый нами в *Teamcenter* в этом случае, будет иным. Он “отрывается” от конструкторского состава и становится “железным”. Объектам этого состава присваиваются уже иные обозначения. Изменения в этом составе управляются служебными записками, которые являются оперативными документами, позволяющими быстро внести изменения.

В производстве размещены заказы, которые находятся в разной стадии изготовления. Наша *ERP*-система имеет связь с *Teamcenter*, благодаря чему состав изделия из *Teamcenter* закачивается в её базу. Таким образом, *ERP*-система получает возможность вести мониторинг графиков исполнения работ и отслеживать, в каком состоянии готовности находится каждая деталь и узел.

Третья конфигурация, которой мы управляем, – это “как собрано”. В сборочном цехе сборщик и контрольный мастер делают отметку в *Teamcenter* о том, что такая-то деталь с таким-то индивидуальным номером собрана и установлена на двигатель. Таким образом и формируется эта конфигурация. Само приложение для этих целей (оно предварительно загружает информацию из *Teamcenter*) мы написали с использованием СУБД *Oracle*. Запуск приложения осуществляется из интерфейса *Teamcenter*. Также пришлось написать приложение, позволяющее сравнить конструкторский состав изделия из *Teamcenter* с тем, “как собрано” (этот состав хранится в базе *Oracle*). По сути, нам приходится управлять тремя составами изделия.

*– Какова роль ЛАНИТ в эффективном освоении функционала Teamcenter вашими специалистами?*

– В 2004–2006 гг., на ранней стадии внедрения *Teamcenter*, роль компании ЛАНИТ была определяющей, поскольку её сотрудники направляли наши действия и устремления в правильное русло. Что же касается проекта ПД-14, то к этому времени мы уже могли полагаться на свой опыт и самостоятельно решать, что и как следует делать. Когда же нам не хватало функциональности системы или уверенности в правильности своего решения, **ЛАНИТ всегда приходил нам на помощь, за что я искренне признателен Сергею Львовичу Марьину**. И сегодня мы продолжаем поддерживать с ЛАНИТ тесный контакт. Я также благодарен представительству *SPLM* и менеджерам, которые помогли нам в этом процессе. Это, прежде всего, **Виктор Беспалов, Владимир Биткин и Юлия Кисс**.

*– Какова вообще роль грамотного методического обеспечения и профессионального обучения в процессе освоения проектирования по технологии электронного проекта? Какой объем обучения в человеко-днях вы получили, и сколько за этот объем заплатили?*

– Перед началом проекта ПД-14 всё методическое обеспечение, необходимое для ведения проекта полностью в электронном виде, было разработано и формализовано нами самостоятельно. Если мы решаем дополнить или изменить бизнес-процесс, то для проверки его работоспособности сначала запускается пилотный проект, который может длиться до года. Эта методология у нас хорошо отработана. Сначала мы запускаем новый процесс в промышленную эксплуатацию у себя на “Авиадвигателе”, а затем – у партнеров по кооперации. В целом же, затевать такое без методики и регламентирующих документов – дело, практически, безнадежное. Всё должно быть зафиксировано на бумаге, по всем вопросам должна быть достигнута договоренность или компромисс. Все эти документы хранятся у нас в *Teamcenter*.

Мы обязательно периодически проходим обучение. Когда в системе *NX*, например, появляется новый серьезный функционал, мы заказываем обучение у ЛАНИТ, “заточенное” именно на конкретные вещи. В 2011 году мы провели четыре платных обучения, а в промежутках нас посещали сотрудники *SPLM* – они делали презентации некоторых новых подходов, реализованных в системе, которые могут быть нам полезны. Обычно

такое обучение проходят 8÷10 ведущих специалистов, которые далее выступают в роли учителей для остальных.

В каждом отделе в роли “чекера” у нас работает продвинутый сотрудник. Руководствуясь разработанными и принятыми на предприятии стандартами, он следит за правильностью и качеством исполнения модели, которую загружают в *Teamcenter*. Функционально эти “чекеры” подчинены отделу стандартизации.

Из продвинутых пользователей мы формируем “касту” консультантов. Их направляют в группу, которая первой проходит обучение по новому функционалу. Потом они становятся проводниками этих новостей во все отделы КБ. Затем проводится уже массовое обучение.

Я постоянно думаю над тем, как усовершенствовать систему обучения и сопутствующие процессы, поскольку я не всегда доволен результатом. К тому же, непрерывно обучать сотни человек не представляется возможным. Сегодня ведь в нашем КБ с системами *NX* и *Teamcenter* работает очень большое количество сотрудников – почти все. Поэтому я делаю ставку не только на прямое обучение, но и на правильное написание внутренних документов, методик и стандартов, которые

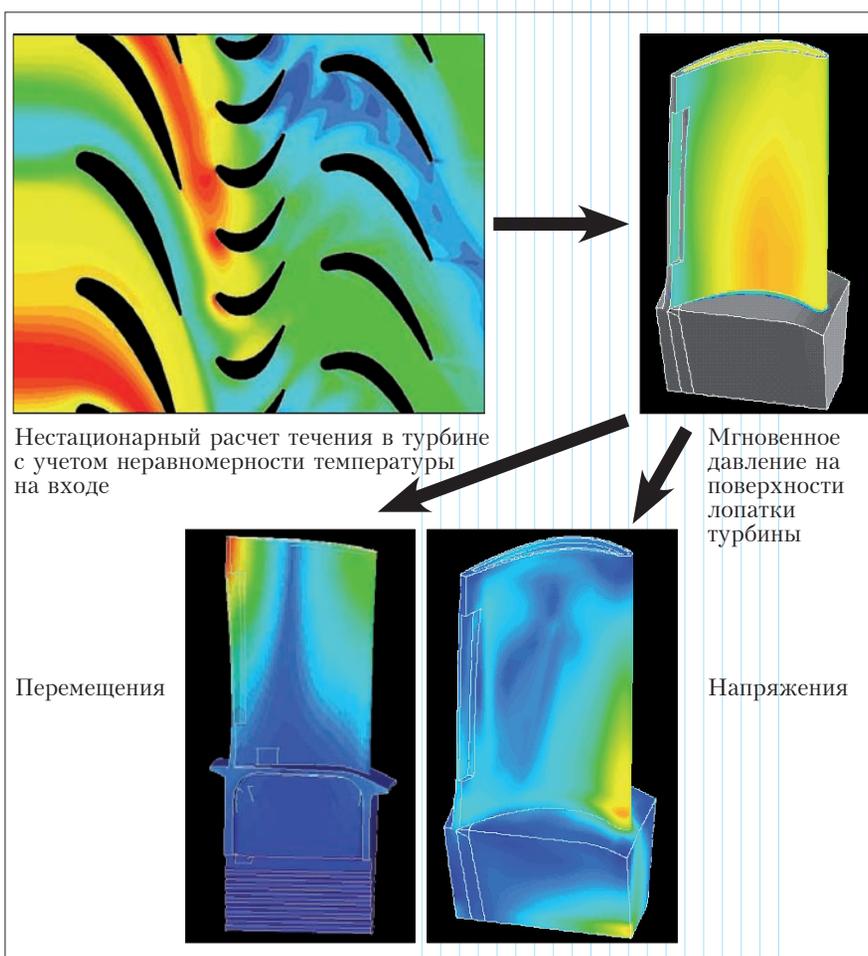


Рис. 7. Оценка вибронпряжений в лопатках турбины

постоянно совершенствуются. Дело в том, что они должны быть написаны языком, понятным простому человеку – нашим стажерам, например. Таким образом, точные и понятные методики и руководства позволят вновь пришедшим на предприятие конструкторам приступать к активной работе уже через три недели. Тем не менее, и на текущий год у нас заключен договор с ЛАНИТ на проведение серии обучений. В первую очередь, нас интересует освоение нового модуля **Teamcenter Schedule Manager**, который позволит нам видеть стадию готовности работ, выполняемых соисполнителями проекта ПД-14. Еще мне очень понравилась углубленная интеграция **Teamcenter** с **MS Office**, благодаря чему изменения и требования можно оформлять в **Word**, загружать в **PDM**, и они будут распознаваться системой.

– *Какие организационные изменения и изменения в бизнес-процессах предприятия потребовалось сделать в связи с переходом на компьютерное проектирование по технологии электронного проекта?*

– Откровенно говоря, мы значительно поменяли наши бизнес-процессы. Внедрение **NX** и сквозного цикла “проектирование–изготовление” в далеком 1994 году не повлекло за собой каких-либо существенных организационных изменений. Однако начатое в 2004 году **внедрение Teamcenter в корне изменило парадигму функционирования нашего предприятия**; мы все стали работать иначе.

Если обратиться к истории, то необходимость управления конструкторскими данными ощущалась нами задолго до того, как мы решились на внедрение **Teamcenter**. Во время подготовки производства мы столкнулись с проблемой несогласованности версий файлов, из-за чего оснастка готовилась к уже устаревшей детали. В качестве временного решения нами была написана система, отслеживающая консистентность этих изменений. Но проблема продолжала существовать. В качестве возможного решения мы уже давно рассматривали систему **iMAN 2**, ставшую предшественницей **Teamcenter Engineering**.

**К 2004 году на нашем предприятии сложилась обстановка, которая, на мой взгляд, была наиболее благоприятной для внедрения PDM.** За это время наши сотрудники подросли в профессиональном плане, у предприятия появились финансовые средства для приобретения и внедрения **PDM**-системы, а у **Teamcenter** значительно развился функционал. И мы начали этот проект, к которому шли почти 10 лет.

Мы не заказывали предпроектное обследование предприятия, поскольку считаем наше внутреннее устройство некоей интимной сферой. Для нас совершенно очевидно, что никто не знает лучше нас сложившиеся на предприятии бизнес-процессы. Поэтому оценку состояния “как есть” мы делали сами. Чтобы понять “как должно быть”, мы, разумеется, советовались с “бывалыми” – специалистами ЛАНИТ и специалистами из московского



Рис. 8. В сборочном цехе

офиса SPLM. Определив, “как должно быть”, мы внимательно рассмотрели имеющийся тогда в арсенале *Teamcenter* функционал. Это очень гибкая система, и мы постарались максимально адаптировать её под наши требования.

На предприятии был создан координационный совет по внедрению *Teamcenter*, поскольку требовалось осуществить ломку множества бизнес-процессов, что многим очень не нравилось. На оперативках на меня часто пытались свалить задержки в работах, якобы возникающие из-за *Teamcenter*, но я встречал критику во всеоружии. За полтора года удалось не только успокоить начальников среднего звена, но и вырастить сподвижников, которые негласно считались экспертами в разных направлениях, и на которых мы опирались в работе.

В настоящее время генеральный конструктор “Авиадвигателя” каждый день проводит оперативку, посвященную проекту ПД-14. Через средства конференц-связи он общается с вовлеченными в проект предприятиями-соисполнителями. У каждого предприятия есть свой день. Вначале возникали проблемы, которые тоже пытались списать на *Teamcenter MultiSite Collaboration* – якобы система не передает предприятиям данные должным образом. Нам пришлось разбирать каждый такой случай с целью доказать, что виновата чаще всего не система, а исполнитель (неважно чей), неправильно заполнивший поля данных.

*– Сколько лет при ручном проектировании требовалось для создания и вывода в серийное производство нового авиадвигателя? Сколько лет понадобится для создания ПД-14?*

– Раньше мы делали двигатель 10 лет, в этот срок входило изготовление до 50-ти опытных двигателей и их испытания. Сегодня мы делаем значительно меньшее количество опытных двигателей и за меньшее время. Двигатель ПД-14 сейчас находится на стадии рабочего проекта. По моей оценке, **благодаря внедрению новых бизнес-процессов, поддерживаемых системами NX и Teamcenter, а также применению продвинувшихся далеко вперед средств для анализа и расчетов, этот двигатель будет создан почти в два раза быстрее, чем это делалось прежде.**

*– Как вы решали проблему смены поколений двигателистов, расчетчиков, стендистов? “Старики” чувствуют двигатель, но не владеют компьютерной техникой, зеленая молодежь лихо бьет по клавишам, но у нее и образование похуже, и стимулов – меньше, и опыта – никакого...*

– Смена поколений конструкторов и их миграция по предприятиям оказывают не столь сильное влияние на нашу работу. Нам удается сохранять в коллективе “аксакалов”, которые являются носителями методов и культуры проектирования. При этом разработаны и действуют стандарты, определяющие, в каком случае и в каком порядке



*Рис. 9. С.В. Бормалев в своей епархии*

решаются проектные задачи. Я бы сказал, что приходящая к нам молодежь, заинтересованная в работе на предприятии, быстро и успешно осваивает новые технологии. Одномерные и двумерные расчеты могут выполнять и специалисты в возрасте. Но когда дело доходит до трехмерных расчетов – тут молодые, но уже опытные специалисты, задают тон. Новейшие решения в этой сфере обеспечивают прекрасную визуализацию, которая позволяет наглядно показать проблемные зоны. Гораздо больший вред предприятию может нанести не смена поколений, а приход некомпетентных руководителей. В стране ощущается “яма”, когда прежние опытные руководители предприятий уходят, и на их места приходят люди с сомнительной компетенцией. В наукоемких областях к этому надо подходить очень осторожно.

*– Сколько человек на “Авиадвигателе” сегодня работает с Teamcenter и с NX? Имеется ли потребность в дополнительных лицензиях?*

– Мы используем лицензии разного типа: *consumer* и *author*. Для работы в системе *Teamcenter* авторизовано более 1200 человек. Из них одновременно работают до 900. С модулем *NX Modeling* активно работают около 200 специалистов; с модулем для управления большими сборками – порядка 30-ти; с *NX Drafting* – порядка 100. **Чтобы избежать разрыва в сквозном процессе проектирования, мы приняли решение полностью отказаться от AutoCAD в пользу NX Drafting.**

*– Недавно вышли версии Teamcenter 9 и NX 8.5. Какие версии установлены на “Авиадвигателе”? Оплачиваете ли вы поддержку (Maintenance) или экономите на этом?*

– Мы пока используем версию *Teamcenter 2007* в связке с *NX 6*. Эту пару нам порекомендовал **Stefano Mongio** (эксперт по *Teamcenter* из центрального офиса SPLM), и она работает. Переход на новую версию одного из этих решений повлечет за собой смену версии второго. Сегодня

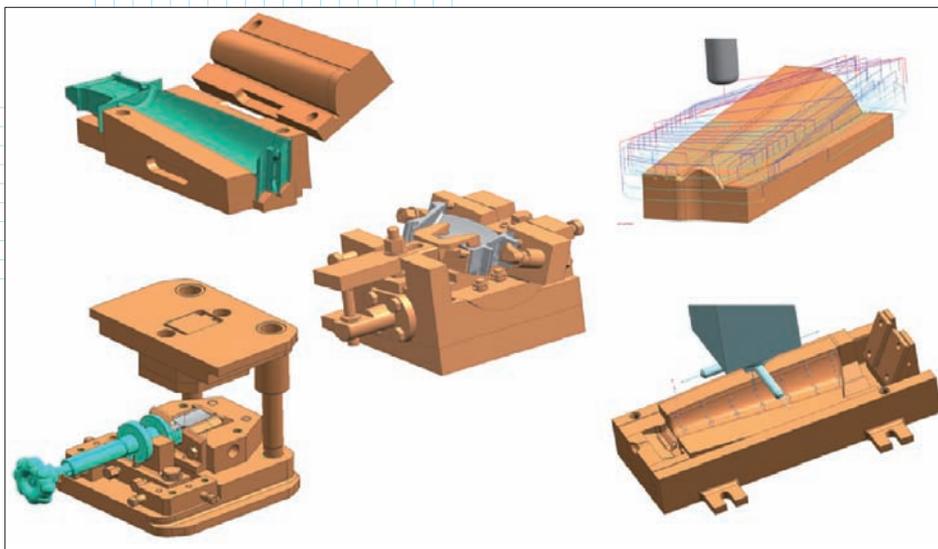


Рис. 10. 3D-проектирование технологической оснастки, разработка и контроль УП для станков с ЧПУ и КИМ

все участники кооперации по ПД-14 работают в NX 6.

Часто переходить на новую версию *Teamcenter* мы не можем, поскольку это сродни маленькому пожару. Каждый переход дается непросто. В некоторой степени нас сдерживают и наши партнеры. Однако нам удалось добиться согласия всех участников кооперации на то, чтобы в мае текущего года перейти на **NX 7.5**. Эта версия имеет неоспоримые преимущества в сравнении с *NX 6* – например, очень развилась САМ-часть системы, появился улучшенный функционал *PMI (Product Manufacturing Information)*. А в новогодние каникулы 2013 года у нас запланирован переход на новейшую версию *Teamcenter* – скорее всего, это будет 9.1.

Мы обязательно приобретаем техническую поддержку на имеющиеся у нас лицензии, получаем все обновления системы.

– Дайте, пожалуйста, характеристику АСТПП опытного завода. Какие задачи технологической подготовки производства автоматизированы и на каком уровне, какие программные продукты и базы данных задействованы? В частности, какие САПР ТП используются для проектирования техпроцессов и другой технологической документации? Какие САМ-системы служат для программирования обработки на станках с ЧПУ? Каков уровень автоматизации конструирования и изготовления технологической оснастки и инструмента?

– Труд технолога автоматизирован с помощью нашей собственной разработки – системы “Гармония”, предназначенной для разработки технологических процессов. У нас есть все необходимые справочники НСИ и действует специальная поисковая система “Архивед”, которая настраивается на задачи разного типа. Там хранится

всё. Технологи всех видов производств работают в “Гармонии”. Пошагово мы стали интегрировать её с *Teamcenter*. Кроме того, собственными силами было разработано приложение для электронного согласования технологической документации.

Вся формообразующая оснастка уже давно строится на основе “мастер-модели”. Все данные по оснастке загружаются в базу *Teamcenter*. Недавно мы усовершенствовали модель данных и начали хранить в *Teamcenter* управляющие программы для обработки на станках с ЧПУ. То есть, УП и данные, связанные

с проектированием оснастки, хранятся в базах *Teamcenter*, а вся технология изготовления, маршруты, операционные карты и т.д. – всё это полностью хранит “Гармония”.

Новый релиз *Teamcenter Manufacturing*, на мой взгляд, уже поддерживает многие задачи, которые мы решали с помощью собственных разработок. Поэтому для нас имеет смысл в скором времени внедрить и это решение от *SPLM*. В данный момент мы занимаемся автоматизацией технологических процессов сборочного производства в *Teamcenter Manufacturing*. В качестве САМ-системы используем только *NX CAM*. Для контроля управляющих программ применяем систему *VERICUT*.

– Решена ли задача интеграции *PDM-системы Teamcenter* с АСТПП завода, и если да – на каком уровне? Выгружается ли технологическая документация в базу *Teamcenter* или же остается в АСТПП?

– Связь АСТПП с *Teamcenter* осуществляется через нашу *ERP*-систему. Прямой связи между АСТПП и *Teamcenter* нет, поскольку она не нужна. В синхронном режиме все изменения в составе изделия из *Teamcenter* выгружаются в *ERP*-систему, в среде которой ведется картотека изделий. Каждый новый утвержденный объект автоматом из *Teamcenter* попадает в базу *ERP*. АСТПП, по сути, работает на эту *ERP*-систему, в которой и устанавливаются сроки на технологическую подготовку производства, закупку материала, изготовление детали – это три основные позиции. *ERP*-система показывает пользователям АСТПП, когда и какую информацию они должны ей предоставить. Обеспечивается нормирование по материалам и трудоемкости – как на детали, так и на оснастку. Эта информация вводится в *ERP*-систему. Поток данных между ними не прекращается.

Важно, что несколько месяцев назад руководство ОДК подписало очередной приказ, в котором обязало всех соисполнителей выкладывать в PDM-систему данные (техпроцессы) по технологической подготовке производства, сформированные в соответствии с утвержденной моделью данных. Дальше жизнь покажет, в каком объеме нужна эта информация.

– *Может ли получиться так, что в Teamcenter представлена одна структура изделий, а в ERP-системе ручками введена похожая, но не та, да еще и с ошибками?*

– Как я уже сказал, между нашими PDM- и ERP-системами налажена постоянная автоматическая взаимосвязь. Человек здесь вмешаться (испортить) не может.

– *В создании двигателя ПД-14 участвуют несколько предприятий-соисполнителей. ОАО “Авиадвигатель”, как головной разработчик, обеспечивает организацию единого информационного пространства для совместного проектирования. В связи с этим было принято решение о создании территориально распределенной системы ведения проекта разработки. Существуют ли в России другие подобные системы, и знакомились ли вы с ними?*

– На начальной стадии внедрения *Teamcenter MultiSite Collaboration*, которое началось у нас четыре года назад, я просил коллег из *Siemens PLM Software* показать нам примеры внедрений, схожих с тем, что было запланировано сделать у нас. На тот момент в *MultiSite* работали многие зарубежные фирмы, в том числе наши коллеги – моторостроители из *Rolls-Royce*. Однако увидеть систему в действии нам не довелось. Мы знакомились и с отечественным опытом работы – на примере “ОКБ Сухого” с серийными заводами. Они также планировали освоение *MultiSite*, но реального внедрения не было и у них. Таким образом, нам пришлось решать все вопросы самостоятельно, опираясь на поддержку компании ЛАНИТ. В настоящее время в двигателестроительной отрасли России мы – единственные, у кого технология работы через *MultiSite Collaboration* реализована в классическом виде.

Сегодня только на проект ПД-14 реально работают свыше 3000 компьютеров, расположенных у нас и на предприятиях-соисполнителях.

– *Что еще используется для обеспечения совместной работы удаленных партнеров по кооперации?*

– Как я уже говорил, к *Teamcenter MultiSite Collaboration* подключено семь участников кооперации: ОАО “Авиадвигатель”, ОАО “ПМЗ”, ОАО “УМПО”, ОАО “НПП “Мотор”, ФГУП “ММП “Салют”, ОАО “НПО “Сатурн” и пермское предприятие “Машиностроитель”, которое специализируется на изготовлении корпусов двигателей из композитных материалов, а также ОАО “Корпорация “Иркут”, проектант самолета МС-21. Наше взаимодействие подкреплено нормативными документами, в которых помимо *Teamcenter MultiSite Collaboration* фигурирует еще одна система – *GroupWise (Novell)*, которая работает на нашем сервере и используется для передачи организационных и вспомогательных данных между участниками кооперации. Система импонирует нам тем, что при размещении нового документа она рассылает уведомления участникам процесса и позволяет мониторить получение и прочтение этой информации сотрудниками.

Очень помогает в работе конференц-зал, оборудованный современной техникой. Каждый день в нем проводятся телеконференции со всеми участниками кооперации для решения оперативных вопросов. Координация совместных действий – это очень важный момент. Кроме того, мы внедрили технологию *Lync* от *Microsoft*, которая позволяет делать звонки участникам с активным статусом, мониторить присутствие на рабочем

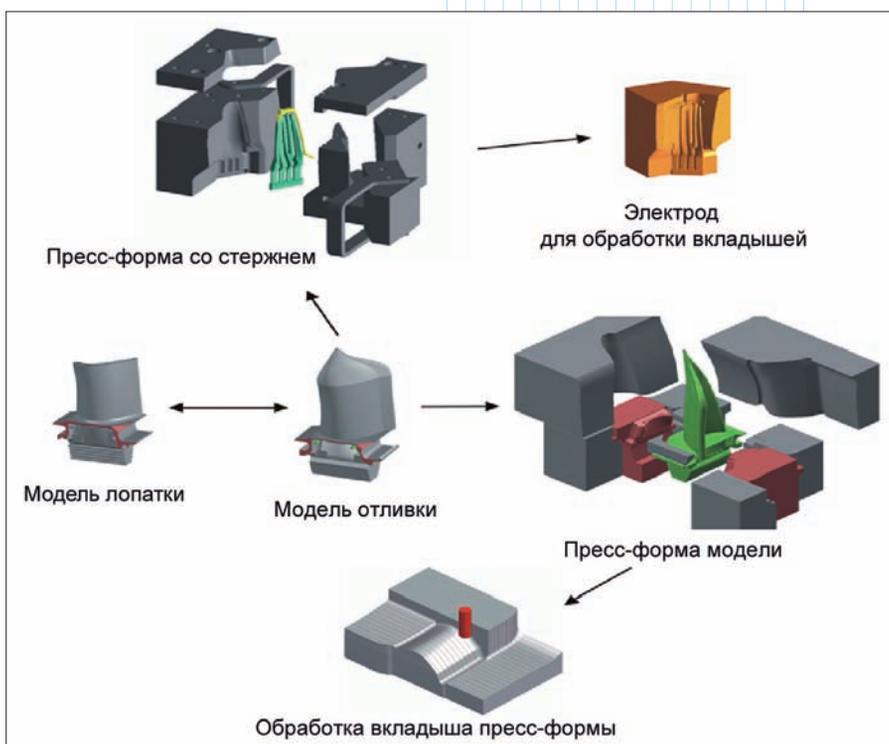


Рис. 11. 3D-проектирование формообразующей оснастки на базе мастер-модели детали

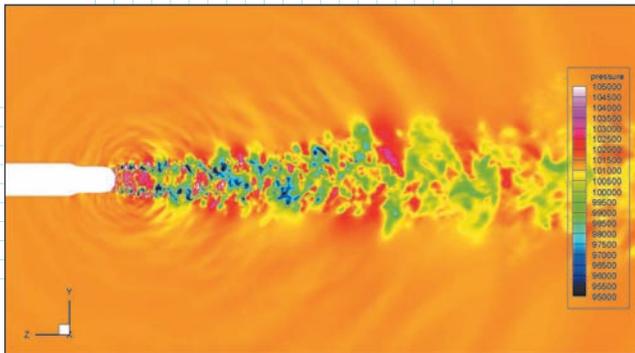


Рис. 12. Моделирование возникновения шума при истечении газового потока из реактивного сопла (мгновенное распределение давления)

месте, вести совместную работу над документом, организовывать конференции. Это очень удобно.

Также у нас внедрена система управления проектами *Microsoft Project*. Она работает на сервере “Авиадвигателя”, и в ней централизованно размещается информация по управлению проектом. У соисполнителей установлены клиентские лицензии *MS Project*. Дальше всё дело за дирекцией проекта. Инструменты у нее есть. Обучение работе с *Microsoft Project* проводила компания ЛАНИТ.

**Один из краеугольных факторов успеха проектов такого типа и масштаба – это обязательная и постоянная координация действий соисполнителей.** С этим связано повышенное внимание с нашей стороны к современным средствам и технологиям, обеспечивающим такую координацию.

*– Как решены задачи обеспечения секретности и бережного отношения к интеллектуальной собственности?*

– Поскольку вся информация проходит через открытые интернет-каналы, а *Teamcenter* не имеет встроенной системы криптозащиты, мы провели исследование возможных решений этой задачи. По рекомендации “ОПК “Оборонпром” в качестве криптошлюза для проекта ПД-14 было выбрано семейство сертифицированных правительственными органами РФ программно-аппаратных средств компании “С-Терра” – *Cisco RVPN*. Эта система была зафиксирована в технических требованиях (ТТ), и каждое предприятие было обязано приобрести и установить её.

Помимо защиты сайта Проекта и всех видов взаимодействия с соисполнителями, перед нами стояла задача защиты собственного периметра, так как у нас проходит обмен информацией с внешними организациями. Используется кластерная технология. На входе установлены кластеры из файрволов фирмы *Juniper*. Далее располагается “демилитаризованная зона”, в которой находится сам сайт Проекта, состоящий из шести физических серверов (виртуальные серверы для этих целей мы не используем), установлен *FTP*-сервер и криптошлюзы,

внешние серверы для *Lync*, *Exchange* и ВКС. Затем следуют прокси-сервер и антивирусная защита, реализованная в виде кластера. Это обеспечивает нам устойчивую работу.

В данный момент мы ведем работы по созданию рабочего портала ПД-14, к которым привлекаем компании КРОК и Группу “Астерос”. Мы хотим, чтобы они, опираясь на свой опыт, сделали его наиболее правильно, чтобы портал был удобным в использовании. Сейчас мы размещаем на портале необходимые файлы и документы.

*– Наверняка не все ваши партнеры по кооперации использовали Teamcenter и NX, а те, что использовали – наверняка не с требуемым количеством лицензий и с разными версиями, поскольку нежелание оплачивать Maintenance общеизвестно. Что Вам пришлось предпринять в аспекте обеспечения лицензиями для внедрения Teamcenter MultiSite Collaboration – как у себя на предприятии, так и у партнеров?*

– Как я уже говорил выше, в самом начале проекта ПД-14 нам пришлось очень существенно подтягивать наших партнеров с тем, чтобы они могли выполнять порученную им работу на версиях ПО *Siemens PLM Software*, идентичных нашим. На это ушло много сил, времени и средств. В ТТ на ИТ-поддержку проекта были прописаны требования, которым должны соответствовать соисполнители. Мы не только настаивали на выравнивании версий, но и передавали партнерам свои знания в отношении того, как это лучше внедрять и как поступить в том или ином случае. В обычных условиях такая информация никогда бы не раскрывалась – мы же в интересах проекта преподнесли её на “блюдечке с голубой каемочкой”.

В отношении наращивания количества лицензий: в ОДК был издан приказ, подписанный генеральным директором корпорации А.Г. Реусом, о том, что все участники кооперации разрабатывают годовые планы по обеспечению ИТ-поддержки проекта. Эти планы согласуются со мной на соответствие ТТ и утверждаются директором проекта А.А. Иноземцевым. Наше заключение является свидетельством того, что предприятие действительно нуждается в ресурсах для реализации плана, и это служит подспорьем для ИТ-директора и руководителя предприятия в борьбе за выделение финансирования. Каждый борется за ресурсы самостоятельно.

Директор Проекта тоже отчитывается перед руководством ОДК ежеквартально. В этом отчете есть раздел, который пишу я: он посвящен успехам или неудачам, констатации имеющихся проблем. Характерно, что идеологических проблем у нас ни с кем больше нет – взаимопонимание достигнуто. **Главная проблема – недостаточное финансирование на предприятиях кооперации**, что я и указываю в отчете. Других рычагов для увеличения финансирования нет.

– *Какую инфраструктуру потребовалось создать для территориально распределенной системы ведения проекта?*

– Мы очень многое сделали для модернизации инфраструктуры. Главное, что я хотел бы отметить в нашей беседе – нам удалось добиться стабильной работы *Teamcenter*. До этого было несколько случаев, когда из-за серьезных перебоев питания система *Teamcenter* останавливалась, и вместе с нею останавливалась работа в большинстве подразделений предприятия. Сегодня такое уже маловероятно. С такой же серьезностью мы подошли к обеспечению надежности сайта Проекта, который, с точки зрения созданной инфраструктуры, является точной копией нашего внутреннего сайта на “Авиадвигателе”.

– *Разработана ли нормативная база проекта ПД-14, в том числе ограничительные перечни изделий общего применения?*

– Да, конечно, централизованная база НСИ была создана. Методика такова: сначала готовится решение, оно подписывается, и потом это заносится в регламент, обязательный для выполнения. Справочник НСИ находится в базе *Teamcenter*. Если конструктор не находит в нём деталь общего применения, он делает запрос в наш отдел стандартизации с просьбой ввести в справочник новый элемент. Он тут же публикуется и становится доступным.

Нередки случаи, когда на предприятии-соисполнителе вводят ДСЕ с типом “стандартное”, но которых не было в нашем справочнике. Проблема выявляется нашим отделом стандартизации, и принимаются меры воздействия для её устранения. Но, в принципе, система отлажена, и ничего нового здесь не придумаешь.

– *Завершено ли тестирование системы и как оно проходило? Насколько оно было последовательным и глубоким? Выполнялся ли пилотный проект?*

– Система находится в промышленной эксплуатации. Если мы считаем необходимым ввести в нее новые процессы, мы запускаем соответствующий пилот-проект у себя, и после его отработки вводим в общую систему.

– *В авиастроении и авиационном двигателестроении выполняется много расчетов, в том числе специфических. Как организовано расчетное дело для ПД-14 (CAE-продукты, расчетные модели, вычислительные мощности, результаты расчетов, доступ к ним и пр.)?*

– Для таких КБ, как наше, средства CAE являются определяющими. Если КБ не располагает этими средствами и методикой их применения, то оно не сможет конкурировать, да и вообще выжить. В начале нашей беседы я рассказывал о том, что сейчас мы создаем тысячи специальных образцов, испытывая которые получаем свойства материалов. Это нужно для того, чтобы расчетными методами

прогнозировать поведение конструкции. Уже на ранних стадиях можно предсказать степень надежности конструкции. Раньше для решения этой задачи мы создавали 50 экземпляров двигателей и, методом проб и ошибок, выясняли причины поломок. Сегодня качественный анализ невозможен без наличия правильно выполненных 3D-моделей деталей. Синхронная технология проектирования, появившаяся в NX, очень помогает в процессе упрощения моделей при подготовке к расчетам, и мы намерены расширить её применение. **Все данные анализа и расчетов хранятся в базе *Teamcenter*** и больше не являются собственностью расчетчиков, как это было прежде. Такой подход делает возможным повторение любого расчета даже через 5÷10 лет. Это важно, поскольку двигатели эксплуатируются долго, в разных условиях, и их детали подвержены многоцикловой усталости, которая проявляется только через годы интенсивного применения.

Помимо встроенных CAE-средств NX, мы используем целый ряд специализированных средств – таких, как ANSYS (CFD, Mechanical, HPC Pack), Flowmaster, ProCast, LS-DYNA и др.

Для обеспечения предприятия и Проекта необходимыми мощностями, позволяющими проводить сложные CAE-расчеты у себя, мы создали современный вычислительный кластер. Его производительность постепенно наращивается, по принципу разумной достаточности, и сейчас она достигла 16.3 Терафлопс. Суммарная вычислительная мощность кластеров трех КБ, вовлеченных в проектирование (“Авиадвигатель”, “НПО “Сатурн” и ММП “Салют”) составляет 35 Терафлопс.

– *Позвольте полюбопытствовать, на какой стадии находится проект ПД-14? Когда двигатель-демонстратор будет воплощен “в железе”?*

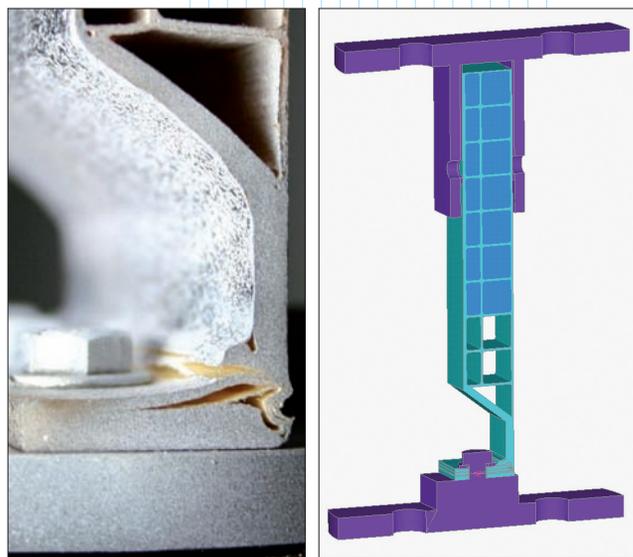


Рис. 13. Расчеты разрушения и напряженно-деформированного состояния элементов двигателя из композиционных материалов

– Мы движемся очень четко по графику. В 2010 году мы запустили на стенде демонстрационный газогенератор. Как известно, это сердце двигателя, состоящее из компрессора высокого давления, камеры сгорания и турбины высокого давления. Эта часть двигателя – унифицированная, и она является самой сложной и трудоемкой. На её основе формируется целое семейство двигателей – не только для самолетов, но и для проектов наземной тематики. В 2011 году мы, в соответствии с планом, поставили на стенд не демонстрационный, а уже “боевой” газогенератор, который успешно прошел испытания. Совсем скоро мы поставим на стенд уже двигатель-демонстратор ПД-14. От газогенератора он отличается тем, что добавились компрессор низкого давления, вентилятор, турбина низкого давления и наружный контур.

*– Кто автор идеи территориально-распределенной системы? Какую оценку Вы поставите компании ЛАНИТ, как инициатору инновационных подходов к проектированию, внедрению, интеграции и соисполнителю работ?*

– Одна из основных заслуг компании ЛАНИТ заключается в том, что ей удалось в кратчайшие сроки поднять уровень автоматизации на одном из предприятий-соисполнителей – ОАО “НПП “Мотор”. Это дало возможность включить предприятие в проект и начать совместную разработку.

Вторая заслуга ЛАНИТ в том, что её сотрудники, начиная с 2008 года, помогали нам осваивать технологию *MultiSite* и оказали помощь в реализации пилотного проекта по взаимодействию с ОАО “УМПО”. Я благодарен С.Л. Марьину за то, что его команда оперативно и безотказно отзывается на наши вопросы и проблемы. Мы также удовлетворены обучающими курсами, которые регулярно проводит ЛАНИТ.

Авторами концепции территориально-распределенной системы являюсь я и мои коллеги. Разумеется, по ряду вопросов я советовался с ИТ-директорами и специалистами предприятий кооперации. В *Siemens PLM Software* отдельно хотел бы выделить **Владимира Биткина**, которому мы благодарны за оказываемое нам содействие.

*– Обязаны ли вы объявлять тендер при покупке лицензий NX и Teamcenter?*

– Для того чтобы приобрести любой софт или аппаратное обеспечение, мы обязаны проводить процедуру тендера посредством электронной торговой площадки.

*– Вы наверняка делали технико-экономическое обоснование инвестиций в ПО и инфраструктуру своей территориально-распределенной системы проектирования. С расходами, в принципе, понятно – а как с доходами?*

– Не совсем так. ИТ – вещь затратная. Каждое предприятие само решает для себя, нужен

ему или нет такой уровень надежности системы, взаимодействия с партнерами, инженерного анализа, информационной безопасности, оперативности. Мы во всём следуем принципу разумной достаточности. Например, хотя мы очень многое сделали в последние годы в сфере ИТ, мы не решились заморозить большие средства предприятия на приобретение системы телеприсутствия – нашли более скромный по стоимости аналог этому решению. Не стали сразу покупать вычислительный кластер большой производительности “про запас”. Вместо этого купили меньший кластер и наращиваем его, сохраняя загрузку на уровне 82%. Во всём должен присутствовать здравый смысл. Тот факт, что двигатель ПД-14 будет создан в два раза быстрее, чем, если бы мы делали его старыми средствами, говорит сам за себя. Отдача от таких долгосрочных проектов будет много позже.

*– Дайте, пожалуйста, совет тем ИТ-руководителям, которые еще размышляют...*

– Совет “бывалого”: не стоит ждать инициатив от руководителей или собственников предприятий. ИТ-директорам необходимо иметь активную жизненную позицию и самим проявлять инициативу на оперативках и совещаниях, самим рассказывать бизнесу, что нужно сделать для поддержания проекта, разъяснять роль электронных технологий и что даст их применение в конкретной сфере. Очевидно, что сделав это, можно натолкнуться на некоторое неприятие, но нужно себя пересилить и действовать дальше. Чтобы обрести уверенность в эффективности того решения, которое вы защищаете, проверьте методики на пилот-проектах. Затем следует приступать к активному убеждению руководства. Прекрасно, если вы сможете быстро найти общий язык с генеральным конструктором и первым заместителем и получить бюджет от высшего руководства. Но если вас регулярно не понимают и не слышат даже с третьего раза, то в этом случае нужно собирать вещи и уходить с такого предприятия.

Во-вторых, уважаемые коллеги, старайтесь быть на гребне новых технологий – посещайте семинары, презентации, форумы, не расслабляйтесь, не увяжайте в текучке. Важные вещи не следует передоверять другим – иначе есть шанс стать зависимым. В нашей отрасли по-прежнему очень много людей, которые хотели бы работать на старых решениях – таких нужно “ломать”. Знакомьтесь с новыми технологиями, формируйте вокруг себя коллектив технически грамотных специалистов. Без помощников в современном мире быстроразвивающихся ИТ-решений вы пропадете. Успехов вам!

*– Сергей Валентинович, большое Вам спасибо за заинтересованность и время, уделенное нашему журналу!*

Москва, 17 апреля 2012 года 