

“Мы хотим стать инновационным, европейским предприятием по производству экскаваторов мечты”

Интервью А.Г. Шилова, руководителя ИТ-подразделения
ООО “ИЗ-КАРТЭКС им. П.Г. Коробкова”

Александра Суханова, Юрий Суханов (CAD/CAM/CAE Observer)

aleksandra@cadcamcae.lv

Предлагаем вниманию читателей эксклюзивное интервью А.Г. Шилова, руководителя ИТ-подразделения ООО “ИЗ-КАРТЭКС им. П.Г. Коробкова” (далее – “ИЗ-КАРТЭКС”), нашему журналу.

Отрадно, что современные принципы и подходы концепции *PLM*, а также программные решения на её основе привлекли внимание российских производителей экскаваторов и начали укореняться в этой сфере, что и стало поводом для участия “ИЗ-КАРТЭКС” в редакционном проекте “Формула успеха”.

“ИЗ-КАРТЭКС” входит в состав Группы ОМЗ и является лидером по производству тяжелых карьерных электрических гусеничных экскаваторов в России. Габариты и масса карьерных экскаваторов настолько велики (высота – до 18 м, масса – до 1050 тонн), что их сборка осуществляется непосредственно в карьере, в полевых условиях. Эта специфика накладывает на весь коллектив создателей таких изделий дополнительную ответственность – за то, чтобы экскаватор был собран в карьере с первого раза. *PLM*-решение на базе продуктов *Siemens PLM Software*, которое предприятие выстраивает на своей площадке, призвано способствовать решению этой задачи, но не только её. Главная цель – трансформироваться в современного мирового игрока этой специализированной ниши тяжелого машиностроения, способного конкурировать с лучшими производителями аналогичной техники: американскими *Caterpillar* и *P&H*.

Следует отметить, что этот *PLM*-проект, равно как и другие, о которых мы рассказывали в данной рубрике, еще далек от полного завершения и пока находится в стадии промышленного развертывания. Тем не менее ИТ-директора и руководители соответствующих служб предприятий, пока еще не вступивших на путь *PLM*, уже сегодня могут многое почерпнуть из опыта своих коллег с “ИЗ-КАРТЭКС”.

Рыночная ниша “ИЗ-КАРТЭКС”

– Андрей Григорьевич, нашим читателям будет небезынтересно получить некоторое представление о параметрах бизнеса вашего предприятия: выручка за 2013 год, её рост в сравнении с 2012 годом, прибыль и её динамика, численность работающих, соотношение рабочих и ИТР, количество произведенных экскаваторов (в том числе на экспорт), их распределение по типоразмерам,



Андрей Григорьевич Шилов родился 6 апреля 1959 года в Ленинграде. После окончания школы поступил на машиностроительный факультет Ленинградского кораблестроительного института, который окончил в 1982 году с дипломом инженера-механика. В 1990 году успешно окончил аспирантуру при том же институте и защитил диссертацию на тему, связанную с математическим моделированием процессов теплообмена и планированием эксперимента с использованием вычислительной техники. Имеет степень кандидата технических наук.

До 2000 года занимался автоматизацией и программированием процессов документооборота и управления данными.

В 2000 году возглавил ИТ-управление ФГУП “Завод им. Климова” в Санкт-Петербурге, где руководил построением единого информационного пространства на основе программных средств на платформе *NX/Teamcenter*.

С 2006 года является руководителем ИТ-подразделения ООО “ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова” и проекта внедрения *PLM*.

Женат, имеет двоих сыновей. Свободное время посвящает изучению итальянской культуры и итальянского языка.

доля общей выручки предприятия, приходящаяся на экскаваторы...

– Наше предприятие занимается проектированием и производством семейства крупных электрических карьерных экскаваторов с объемом ковша от 10 до 32 кубометров. За прошлый год мы поставили заказчикам свыше 25-ти таких экскаваторов. Кроме экскаваторов, наше предприятие проектирует и производит самоходные буровые станки, предназначенные для бурения вертикальных и наклонных взрывных скважин при открытой разработке месторождений.

Численность сотрудников – порядка 1500 человек.

– Какое место на российском рынке карьерных тяжелых гусеничных экскаваторов занимает ваша продукция? А на рынке СНГ?

– В России “ИЗ-КАРТЭКС” является крупнейшим производителем таких экскаваторов. Основной рынок сбыта продукции – Россия, Украина, Казахстан, Узбекистан и Белоруссия. В сегменте электрических карьерных экскаваторов мы занимаем порядка 70% рынка в России и СНГ.

– Объясните, пожалуйста, читателям, почему выпускаемые вашим предприятием экскаваторы – электрические...

– Наше предприятие исторически базируется на так называемой Ижорской школе машиностроения, которая в советские времена являлась главным поставщиком мощных экскаваторов с вместимостью ковша 8÷15м³ на карьеры и разрезы СССР. Это предприятие традиционно производило экскаваторы с электромеханическим приводом, которые являются наиболее выгодными при разработке мощных месторождений железной руды, угля, золота, меди, горнохимического сырья предприятиями с развитой энергетической инфраструктурой.

– Какие карьерные экскаваторы импортируются в Россию и СНГ?

– На рынке РФ и СНГ присутствуют все мировые производители одноковшовых карьерных экскаваторов – *Caterpillar, P&H, Komatsu, Hitachi* и *Liebherr*. Более 50% импорта составляют поставки гидравлических экскаваторов, поскольку в России аналогичные экскаваторы не производятся.

– До 2008–2009 гг. спрос на карьерные экскаваторы превышал предложение, но в кризисный период спрос упал в разы. Как сейчас соотносятся спрос и предложение? Удалось ли спросу восстановиться до предкризисного уровня?

– Да, в 2011 и 2012 году спрос существенно вырос и превысил уровень 2008 года. К сожалению,

в 2013 году развитие отрасли замедлилось, и мы ощутили это на себе.

– Какие типоразмеры и модели ваших экскаваторов пользуются наибольшим спросом и почему?

– Самыми востребованными моделями пока являются **ЭКГ-10, ЭКГ-15 и ЭКГ-12К**. Это традиционный сегмент, в котором работает “ИЗ-КАРТЭКС”. Данные экскаваторы эксплуатируются на большинстве крупных горнодобывающих предприятий России и СНГ и являются надежными и проверенными временем машинами, а также обладают наиболее привлекательной ценой и самыми низкими эксплуатационными затратами по сравнению с конкурентами.

В 2011 году мы произвели самый мощный в истории российского экскаваторостроения экскаватор ЭКГ-32Р с вместимостью ковша 32м³ и рабочей массой 1050 т. Это первый российский экскаватор, оснащенный приводом переменного тока.

Нашей новейшей разработкой является модель экскаватора ЭКГ-50, сегодня самого большого в нашей линейке. Он имеет ковш вместимостью 60 м³ и рабочую массу 1500 т. Эту модель мы проектировали в NX с применением технологии электронного макета. К сожалению, из-за падения спроса на уголь и металл, упал спрос и на нашу технику, поэтому этот проект временно не был востребован на российском рынке.

– А кто ваши главные конкуренты на рынке России и СНГ?

– В последнее время нашими главными конкурентами в сибирском регионе России являются американские и китайские производители электрических экскаваторов. Кроме этого, в России встречается, как я уже говорил, техника всех лидирующих производителей гидравлических экскаваторов – *Komatsu, Liebherr, Caterpillar, Hitachi*.

– Как соотносится технический уровень ваших экскаваторов и машин ближайших конкурентов?



ЭКГ-32Р в паре с БелАЗом

– Если говорить о конструкторских решениях, принятых в нашей технике, то они – на уровне с зарубежными аналогами, однако их воплощение на практике может отставать от лучших зарубежных аналогов, особенно от американских. Этому есть несколько основных причин. Во-первых, у нас всё еще не такой современный парк станков с ЧПУ; мы его пока только обновляем. Во-вторых, некоторые применяемые технологии морально устарели. В-третьих, используемые иногда в производстве материалы – не самые современные.

Но всё это проявляется только в сравнении с лучшими образцами американской техники. А наш самый новый проект – ЭКГ-50, о котором я уже упоминал – выполнен абсолютно на уровне американских аналогов. Да, его пока нет “в железе”, но он базируется на самых новых конструкторских решениях, которые отражают общемировые тенденции, а для его производства будут использоваться новейшие материалы.

– Чьи карьерные экскаваторы заслуженно считаются лучшими в мире по техническим параметрам? А по эксплуатационным характеристикам?

– Считается, что лучшими являются экскаваторы американских, японских и немецких производителей. Но опыт РФ и СНГ показывает, что при должном уровне технического обслуживания российские экскаваторы ничем не уступают зарубежным.

– Как ваши экскаваторы смотрятся на фоне конкурентов по стоимости владения?

– Стоимость владения нашими экскаваторами является наименьшей, в сравнении с любым из конкурентов одного класса.

– Какие тенденции преобладают сегодня в мировом производстве экскаваторов? Насколько они учитывают пожелания добытчиков полезных ископаемых, строителей, влияние производителей большегрузных самосвалов (их тоннаж)?

– Основная мировая тенденция в производстве экскаваторной техники – увеличение объема ковша. Горнодобывающей отрасли нужны экскаваторы с большей вместимостью ковша, что позволит снизить издержки на добычу полезных ископаемых. **Наш ответ – новый экскаватор модели ЭКГ-50**, с объемом ковша – 60 куб.м. И мы, конечно, поддерживаем отношения с производителями больших карьерных автосамосвалов – например, с заводом “БелАЗ”, который также стремится увеличивать грузоподъемность своих самосвалов. Наш отдел маркетинга непрерывно взаимодействует с потенциальными заказчиками и пытается спрогнозировать спрос и будущие потребности.

Освоение САПР и выбор PLM-решения

– Чей опыт и достижения в сфере автоматизации проектирования, подготовки производства и управления данными изучался и принимался во внимание на стадии выбора PLM-решения и поставщика-внедренца?

– Конечно, мы обобщили весь мировой опыт внедрения PLM-технологий на основе продуктов *Siemens PLM Software*. Мне приходилось

ООО “ИЗ-КАРТЭКС им. П.Г. Коробкова”

Компания “ИЗ-КАРТЭКС” (www.iz-kartex.com) образована в 1991 году на базе экскаваторного производства Ижорских заводов, которое было основано в 1957 году. Входит в состав **Группы ОМЗ** (Объединенные машиностроительные заводы), которая является лидером российского тяжелого машиностроения и специализируется на инжиниринге, производстве, продаже и сервисном обслуживании оборудования и машин для атомной, нефтегазохимической, горной промышленности; производстве металлургических заготовок из специальных марок сталей.

“ИЗ-КАРТЭКС” – крупнейший на территории России и стран СНГ производитель и поставщик карьерных электрических экскаваторов с вместимостью ковша свыше 8 м³. В соответствии с тенденциями развития горного производства и карьерного транспорта, компания реализует стратегию производства новой линейки карьерных электро-механических экскаваторов канатного и реечного типа, которые предназначены для работы в комплексе с карьерным транспортом грузоподъемностью 75÷360 тонн.

“ИЗ-КАРТЭКС” – **единственная в мире компания**, производящая унифицированные экскаваторы, что позволяет устанавливать на одной базе,



по желанию заказчика, либо реечный, либо канатный напорный механизм.

В общей сложности с 1957 года произведено более 3500 экскаваторов, из которых свыше 1100 сегодня находятся в эксплуатации. За последние 10 лет произведено и поставлено на внутренний и внешний рынки свыше 300 экскаваторов и 20 буровых станков. Кроме того, изготавливаются запасные части к горному оборудованию, шарошечные буровые станки для бурения взрывных скважин, металлоконструкции и оборудование для горно-обогатительного производства, энергетики, металлургии и общего машиностроения.

Горное оборудование “ИЗ-КАРТЭКС” поставляется на горные предприятия России, Украины, Казахстана, Белоруссии, Узбекистана, Монголии, Индии, Китая и других стран.

Компания имеет более 30-ти патентов и авторских свидетельств.

Офис и производственная площадка “ИЗ-КАРТЭКС” расположены в Санкт-Петербурге, в Колпино.

заниматься этой темой на моем предыдущем месте работы. До 2006 года, до прихода на “ИЗ-КАР-ТЭКС”, я работал в той же должности на Санкт-Петербургском предприятии “Завод имени В.Я. Климова”. В те годы в сфере автоматизации авиация продвинулась дальше машиностроения, там уже применялись *CALS*-технологии. Не всё у нас тогда получалось в аспекте внедрения, но и программные инструменты, которые были нам доступны, не были настолько развитыми, как сегодня.

В 2006 году меня пригласили сюда для того, чтобы руководить проектом внедрения САПР/*PDM*-решения. Выбором *CAD*-системы я не занимался. **Выбор в пользу *NX* был сделан менеджерами Группы ОМЗ**, в которую входит наше предприятие. К моменту моего прихода система *NX* уже входила в стандарт предприятия как средство автоматизации конструкторских работ. На мой взгляд, с выбором системы проектирования коллеги попали в точку. До внедрения *NX* у конструкторов был “зоопарк” систем и даже кульманы...

С позиции сегодняшнего дня я уверенно могу сказать, что **за 2006–2008 гг. мы достигли существенного прогресса в освоении *NX***. У нас появились молодые конструкторы. Мы научились не только моделировать в *3D*, но и работать по технологии электронного макета (*ЭМ*). К сожалению, в конце 2008 года ударил кризис, поэтому весь 2009 год и первую половину 2010-го мы были заняты не развитием наших информационных систем, а тем, чтобы не растерять наработанного. Было непросто, поскольку самые способные молодые специалисты со знанием *NX* ушли на другие предприятия.

Тем не менее, в 2010 году мы всё-таки вернулись к активному внедрению и дальнейшему освоению *NX*. На этом рубеже мы морально были уже готовы к тому, чтобы внедрять не разрозненные программы, а цельное *PLM*-решение.

*– Итак, пакет *NX* был выбран до Вас и осваивался на предприятии. А как Вы подходили к выбору *PDM*-системы? Считали ли Вы необходимым, чтобы *CAD*- и *PDM*-средства непременно были от одного вендора, или же имелись другие аргументы?*

– Один разработчик ПО – это желательное, но совсем не обязательное условие. У нас, например, в качестве *PDM*-системы внедрена система *Search* компании *Intermech*, а также *Techcard* и ряд других модулей для технологической подготовки производства. Система компании *Intermech* прекрасно зарекомендовала себя, а технологическая подготовка производства в ней построена на основе действующих стандартов. И мы продолжим эксплуатировать эту систему.

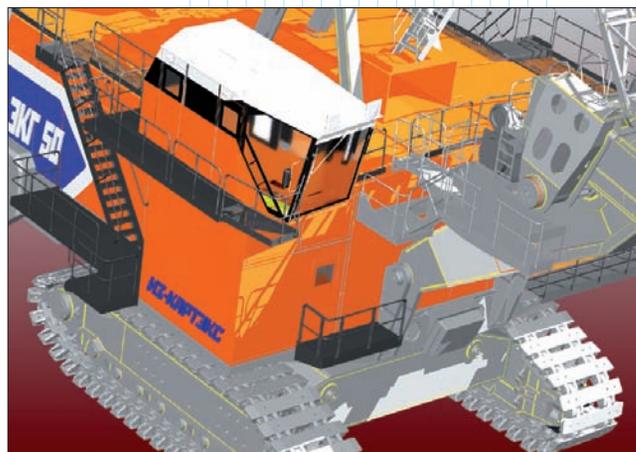
Тем не менее, в качестве *PLM*-платформы мы решили попробовать *Teamcenter* компании *Siemens PLM Software*.

Во-первых, *NX* и *Teamcenter* являются программными продуктами одного производителя и, например, версии их всегда согласованы.

Во-вторых, конструктор и технолог в среде *NX/Teamcenter* может использовать богатые возможности

глубокой интеграции, такие как: использование альтернативной геометрии деталей, использование библиотек материалов, ПКИ, стандартных изделий, управление конфигурированием изделия и многие другие.

В-третьих, учитывая, что у нас ведется не только проектирование, но и собственно производство, нет необходимости жестко соблюдать действующие правила, а значит, можно упростить процесс



Цифровая модель экскаватора ЭКГ-50

технологической подготовки, упростить и сократить технологическую документацию.

– Проводился ли открытый тендер или механизм выбора поставщика-внедренца был иным?

– Когда я приступил к своим обязанностям, задача выбора компании-внедренца передо мной не стояла. Поскольку внедрением NX у нас занималась компания ЛАНИТ, то было естественным продолжить сотрудничество с нею и на уровне PLM. Вообще же ЛАНИТ сотрудничает с несколькими компаниями, входящими, как и мы, в Группу ОМЗ. Хочу отметить, что эта компания выгодно отличается от других подобных. В ней работают инженеры (в прошлом конструкторы и технологи), которые стремятся именно внедрить решение на базе продуктов Siemens, а не просто продать лицензии ПО. Сотрудники ЛАНИТ, вовлеченные в наш PLM-проект, часто и подолгу бывают у нас на предприятии. С конструкторами и технологами они общаются на одном языке, их советы и рекомендации не воспринимаются “в штывки”. А ведь нередки случаи, когда внедрение PLM-решения встречает противодействие внутри предприятия.

Когда в 2011 г. был актуализирован вопрос о внедрении целостного PLM-решения, мы разработали и утвердили “Концепцию развития информационного пространства ООО “ИЗ-КАРТЭКС”, в которой именно ЛАНИТу отводилось место поставщика решений PLM.

Конструкторская подготовка производства и “правильная” технология проектирования

– Судя по вашей презентации на конференции пользователей решений Siemens PLM Software, два этапа внедрения PLM на “ИЗ-КАРТЭКС” уже завершены: первый относится к конструкторской подготовке производства (КПП), второй – к его технологической подготовке (ТПП).

Начнем с КПП. Уточните, пожалуйста: с помощью компьютерной технологии был выполнен лишь пилотный проект отдельного агрегата или же осуществлено полномасштабное внедрение, означающее, что все новые экскаваторы отныне создаются в PLM-системе?



Редуктор лебёдки подъема: цифровой макет и его реализация в металле

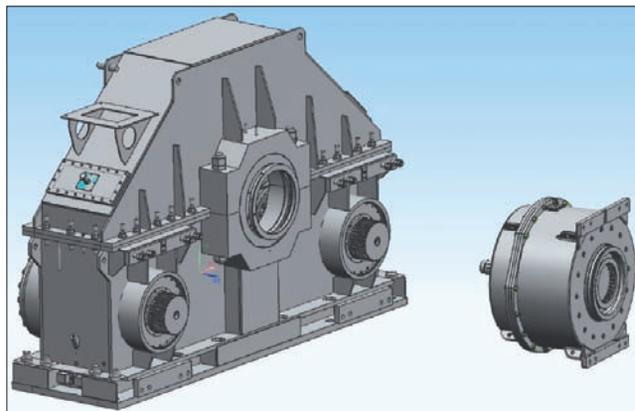
Применение PLM-технологии должно обеспечить:

- сокращение срока проектирования изделий;
- интенсификацию проектных работ;
- сокращение объема переделок и доводок;
- распараллеливание процессов проектирования и технологической подготовки производства;
- сокращение сроков проектирования оснастки;
- сокращение сроков производства оснастки;
- минимизацию подгонки при сборке;
- сокращение сроков создания управляющих программ для станков с ЧПУ;
- повышение качества проектных работ и документации;
- упрощение процесса сертификации качества изделий;
- повышение конкурентоспособности продукции.

– Этапов на пути внедрения PLM много, и к настоящему моменту мы реализовали больше, чем два. А вот пилотный проект проектирования и ТПП с помощью решений Siemens PLM включал именно два больших этапа. Его целью было не только сделать цифровую модель агрегата экскаватора, но и оценить, как система Teamcenter будет работать в наших условиях, как её воспримут сотрудники, сможем ли мы использовать заложенную в нее функциональность.

Действительно, первая часть пилотного проекта касалась автоматизации КПП, поэтому технологи принимали в ней лишь небольшое участие на стадии согласования технологических требований к КД. Первый этап завершился у нас в обозначенные сжатые сроки (6 месяцев) и очень успешно, на мой взгляд. Конструкторы на себе ощутили, насколько им удобнее работать, применяя систему Teamcenter. После этого было принято решение о развертывании Teamcenter в нашем КБ, и это, в свою очередь, потребовало, чтобы и наши технологи могли работать на необходимом уровне. К сожалению, технологи – менее продвинутые пользователи, нежели конструкторы. В том, что касается ТПП, пилотный проект шел существенно дольше. Но и его удалось завершить за год – а это весьма хороший результат в данных обстоятельствах.

По итогам пилотного проекта было решено новые проекты экскаваторов вести под управлением



Teamcenter. Поддержка старых разработок продолжится в системах *Search* и *Techcard*. Конечно, при этом нужно будет следить за синхронизацией данных в системах, но у нас есть опыт подобной работы и даже специальное подразделение, которое занимается нормативно-справочной информацией.

– Сдана ли система автоматизации КПП в промышленную эксплуатацию, и каков масштаб внедрения? Сколько и каких специализированных пакетов NX Mach установлено в подразделениях КБ? Сколько и каких лицензий Teamcenter закуплено, и где они используются?

– Сейчас идет развертывание PLM-системы. Сегодня можно смело утверждать, что **вся наша новая техника создается на продуктах Siemens PLM Software**. По этому поводу выпущен соответствующий нормативный документ.

Дефицита лицензий NX мы не испытываем. В нашем КБ работает порядка 60-ти человек. Три четверти из них – конструкторы, и все они применяют NX, на рабочих местах обеспечен доступ к Teamcenter. Запланировано купить лицензии Teamcenter для технологов и для управления материальным снабжением, а к концу 2014 года мы начнем размещать компьютеры на рабочих местах в цехах.

Для проведения прочностных расчетов мы используем модуль NX CAE, а для программирования обработки на станках с ЧПУ – NX CAM.

За прошедшие годы у нас сформировалась группа инженеров в возрасте от 30 до 40 лет, которые уже много знают как конструкторы и при этом являются очень хорошими специалистами по NX. Главный конструктор – **Д.А. Мельников** – выходец из той

группы молодых ребят, которые начинали работать с NX еще в 2006–2007 гг.

– Оплачивает ли “ИЗ-КАРТЭКС” техническую поддержку (maintenance)? Если да, то в каком объеме? Насколько важна такая поддержка для предприятий, создающих сложную технику?

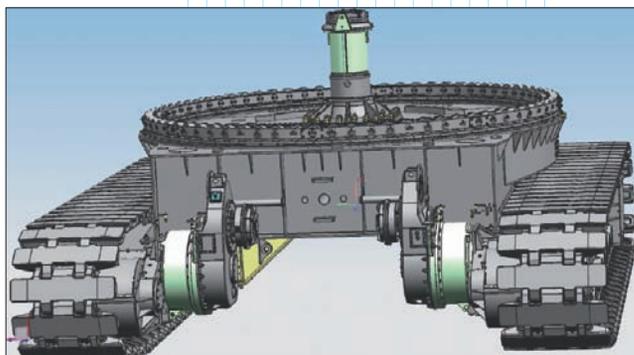
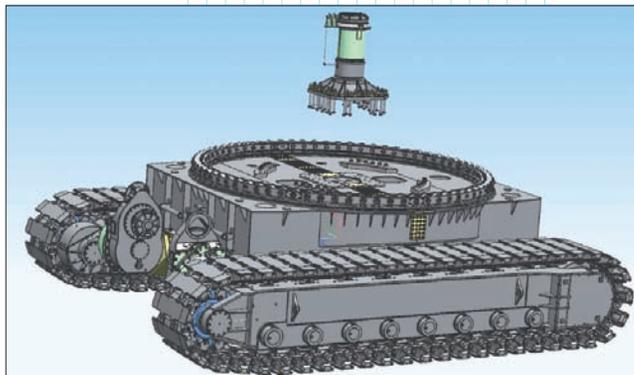
– Да, мы понимаем важность годовой техподдержки и всегда закладываем в бюджет соответствующие средства на эти цели. Новые модули у нас всегда покупаются вместе с техподдержкой.

Сейчас мы вплотную готовимся к переходу на новейшую версию – NX 9. Наши конструкторы регулярно участвуют в мероприятиях *Siemens PLM* и информированы о новых возможностях этого релиза, которые могут повысить эффективность их работы.

– Насколько вы удовлетворены предоставляемой техподдержкой? Был ли достаточен для вас типовый набор обязательств поставщика по договору maintenance или вы заключили дополнительные сервисные договоры?

– Отдельного договора на оказание сервисных услуг с ЛАНИТОм мы не заключали. Мы заключаем договоры на внедрение отдельных решений, составляющих PLM-технологии. В рамках этих договоров мы получаем всю необходимую нам поддержку, и даже больше... Кроме того, мы активно пользуемся веб-порталом поддержки ЛАНИТ, где для нашей компании создан специальный раздел.

– В изученных нами материалах Вы нередко используете понятие “правильная” технология



Ходовая тележка: цифровой макет и его реализация в металле

компьютерного проектирования. Из этого следует, что она может быть и “неправильной”. Давайте попытаемся в этом разобраться. Что, на Ваш взгляд, в принципе отличает правильную технологию компьютерного проектирования от неправильной?

– Термин “правильная” – это скорее термин ЛАНИТа, мы его употребляем не часто. Раскрыть этот термин можно так: **правильной технологией компьютерного проектирования считается та, которая базируется на технологии создания электронного макета.** Именно по такой технологии мы и старались проектировать с самого начала внедрения. Неправильная (в контексте **компьютерного проектирования**) – это работа по старинке, когда каждый участник процесса обособленно проектирует какую-то свою часть изделия, а потом пытаются совместить её с деталями других участников; как правило, этот опыт терпит неудачу с первого раза.

О принципах создания электронного макета нам рассказали специалисты ЛАНИТ. Мы сразу поняли, что такой процесс проектирования дает существенные преимущества. После его освоения мы смогли своими силами разработать методику, которая является их дальнейшим развитием, внести в них свое ноу-хау.

Сейчас в работе проект нового экскаватора – **ЭКГ-12М**, который выполняется по нашей технологии, которую мы называем **инновационной технологией проектирования**. Наш алгоритм решения проектных задач подробно представлен на развернутой схеме, с которой наши сотрудники выступали на российской конференции *Siemens PLM Connection 2013*.

Суть этой технологии заключается в следующем. Вся разработка изделия ведется в единой среде с применением различных инструментов автоматизации – таких, как шаблоны *PTS (Product Template Studio)*, средства *Checkmate* для проверки 3D-моделей, технология *WAVE* для целевого управления глобальными модификациями в больших сборках, средства поддержки производственной информации (*PMI*) и пр. Первым делом, на основе предварительных исследований рынка и рекомендаций маркетинговой службы, мы, исходя из принятой концепции проектирования экскаваторов и математических расчетов, формулируем перечень требований к новому изделию и его базовой контрольной структуре (БКС). В дальнейшем то, что записано в электронном техническом задании (ТЗ), мы уже рассматриваем как входные параметры для проектирования каких-то групп узлов, из которых состоит экскаватор.

Самое интересное начинается на следующем этапе, на этапе эскизного проектирования. С помощью функционала *PTS* нам удалось реализовать т.н. **шаблон цифровой компоновочной схемы**. Таким образом, мы имеем возможность задавать в шаблоне глобальные параметры изделия, которые приведены в электронном ТЗ, и получать цифровую компоновочную схему изделия со значительной степенью автоматизации. По сути, в шаблоне мы аккумулируем все знания о данном классе изделий, а компоновочную схему конкретного изделия, соответствующего конкретному ТЗ, можем получить автоматически. Учитывая тот факт, что электронный макет ассоциативно связан с компоновочной

схемой, появляется огромный потенциал по скорости реагирования на требования рынка.

Всё проверяется по заложенным в функции *Checkmate* алгоритмам. Далее разработка спускается ниже по расписанному этапом проектирования – технический проект, рабочий проект. Как Вы видите, схема разрастается книзу, поскольку учитываются все аспекты вплоть до последней гайки. При этом все этапы сквозным образом “завязаны” на техническом задании.

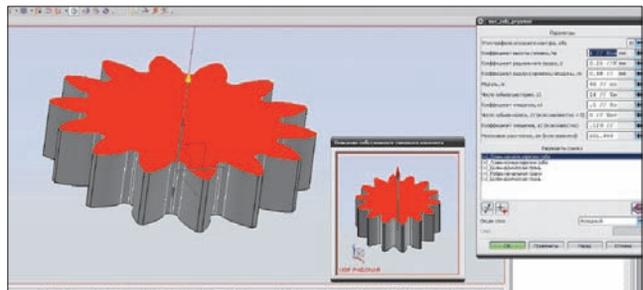
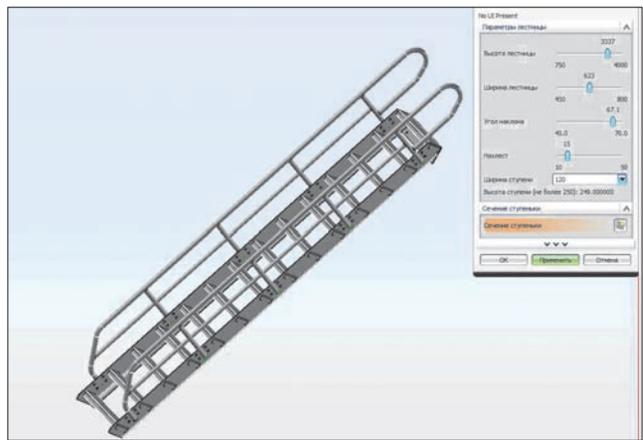
– *Есть ли у вашего предприятия опыт применения “неправильной” технологии компьютерного проектирования?*

– Есть. Прежде у нас бывали случаи, когда на стадии рабочего проекта выяснялось, что в ТЗ на экскаватор написано не совсем то, что уже спроектировано конструкторами. Устранять такие ошибки, порожденные неправильным подходом к проектированию, было очень сложно и затратно по времени.

Именно поэтому мы уделяем столько внимания самому подходу к проектированию. Сейчас наш подход предусматривает обязательное создание электронного макета и проектирование в контексте сборки.

– *Как на вашем предприятии понимается “электронный макет”? Бывают ли у вас такие ситуации, когда целесообразнее работать по-простому, без электронного макета?*

– Мы стараемся следить за тем, чтобы все работы выполнялись по технологии электронного макета. Глобальных отступлений от этого подхода у нас уже не встречается. Под электронным макетом мы понимаем совокупность всей необходимой информации об изделии и его компонентах в электронном виде, то есть



Примеры шаблонов PTS: лестница и зубчатый венец

электронные модели всех частей изделия, включая 3D-модели деталей, узлов и систем, сведения о характеристиках изделия, пространственной конфигурации, основных технических требованиях, компоновках основных узлов, агрегатов, подсистем, их взаимосвязях.

Компьютерная технология проектирования предполагает не автоматизацию существующих процессов, а изменение самой технологии проектирования и подготовки производства.

Применительно к созданию сложных изделий машиностроения в основе организации компьютерной технологии лежит создание полного электронного макета изделия, так как именно создание трехмерных электронных моделей, максимально соответствующих реальному изделию, открывает большие возможности выпуска более качественной продукции (особенно сложной и наукоемкой) и в более сжатые сроки.

– Кому принадлежит авторство модели данных в Teamcenter – специалистам компании ЛАНИТ, вашим инженерам или это совместный продукт?

– Конечно, это наше совместное творчество. С модели данных мы и начали работу. Пока у нас идет процесс развертывания PLM-системы, эта модель данных будет непрерывно дополняться. Например, уже сформирован отдельный перечень пожеланий для удовлетворения наших технологов. Поскольку мы сами производим то, что конструируем, у нас нет необходимости “замораживать” модель данных с той целью, чтобы её могли принять коллеги по кооперации. **Наша модель данных в Teamcenter будет**

развиваться непрерывно, поскольку развиваются и совершенствуются наши бизнес процессы и появляются новые модули ПО и новые процедуры.

– Вы упоминали об использовании технологии WAVE. В чём заключается её полезность для вашего предприятия?

– Да, наши конструкторы применяют технологию WAVE. Как Вы знаете, инженерная технология WAVE (*What if Alternative Value Engineering*) предназначена для управления глобальными модификациями, проводимыми в сборках сложных изделий. WAVE позволяет создавать любые ассоциативные структуры, осуществлять анализ ассоциативных связей и управлять их статусом. Покупая рабочие места NX, мы всегда просим включить модуль WAVE.

Примечательно, что поначалу эта возможность была встречена конструкторами “в штыки”, но теперь она воспринимается как неотъемлемая составляющая процесса проектирования. Польза от WAVE проявляется в том, что мы всегда можем отследить изменения, которые произошли в сборке, можем управлять этим процессом. Это очень важно для достаточно сложных изделий.

Проектирование начинается с создания базовой контрольной структуры, то есть модели, описывающей изделие на самом высоком уровне. Когда конструктор переходит к рабочему проектированию, БКС служит базовой информацией для создания рабочего контекста и используется как ссылочная геометрия при проектировании отдельных узлов и деталей.

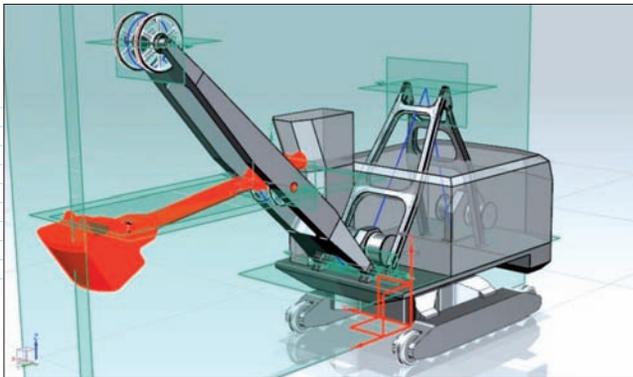
Технология электронного макета (ЭМ) подразумевает, что процесс проектирования обладает некоторыми принципиальными свойствами:

Цифровая компоновочная схема. Одним из важнейших этапов проектирования является эскизный проект. На этой стадии создается компоновочная схема изделия. Именно в ней закладываются основные характеристики изделия, его внешний вид, инновационные конструкторские решения и многое другое. Технология ЭМ предполагает создание Базовой контрольной структуры (БКС). По сути БКС и является компоновочной схемой изделия, но цифровая компоновочная схема, в отличие от традиционной, позволяет заложить “интеллектуальность” в математическую модель с помощью технологии NX-WAVE. Такая интеллектуальность существенно повышает эффективность принятия решений при выработке оптимальной компоновки, позволяет описывать не одно, а целое семейство изделий, кроме того появляется возможность использования таких компоновок для проектирования изделий последующих поколений.

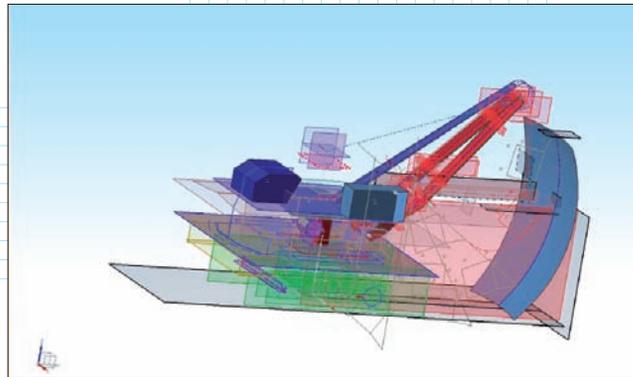
Параллельное проектирование в глобальной системе координат. Благодаря существованию цифровой компоновки, которая создается на первом этапе, рабочее проектирование может осуществляться одновременно всеми инженерами, вовлеченными в работу над проектом. Цифровая компоновка служит как бы скелетом, на который натягивают “мясо” в ходе рабочего проектирования. Такой процесс не

требует дополнительной увязки, проверки на возможные нестыковки и пересечения. А этап создания сборки изделия из отдельных компонентов в технологии электронного макета исключен в принципе. Изделие проектируется изначально *протянутым*, каждый инженер работает в системе координат изделия, а не конечной детали.

“Живой” электронный макет. Технология ЭМ предполагает наличие ассоциативной связи между цифровой компоновкой и собственно электронным макетом изделия. Это дает возможность управляемо транслировать изменения, которые осуществляются в компоновочной схеме прямо в ЭМ. Такой подход позволяет в значительной степени запараллелить процессы компонования и проектирования изделия. Кроме того, использование такого метода позволяет в режиме реального времени отслеживать актуальность каждой детали, входящей в ЭМ. Любые изменения – будь то изменения в геометрии окружения, либо глобальное изменение на уровне компоновки – могут быть отработаны с высокой степенью автоматизации, что снимает с инженерных служб сверхтрудоемкие задачи по увязке и контролю собираемости изделия при проведении инженерных изменений. На выходе получается живая интеллектуальная структура “Компоновка-электронный макет”.



Базовая контрольная структура (БКС) экскаватора



– Конкретизируйте, пожалуйста, как следует понимать часто используемое выражение “проектирование в контексте” – например, в контексте сборки?

– “Проектирование в контексте” – термин, который часто встречается при упоминании проектирования в среде NX, поэтому подробно описывать его я не буду. В двух словах: это такая организация проектирования, при которой все участники процесса – конструкторы, инженеры-расчетчики, технологи – видят необходимую информацию для разработки каждого элемента, находясь в едином информационном пространстве или контексте изделия.

В процессе проектирования и подготовки производства сложных и многокомпонентных изделий все участвующие в проектировании должны, работая одновременно и видя работу друг друга, создавать на компьютерах электронные макеты деталей, узлов, агрегатов, систем и всего изделия в целом, решая при этом задачи концептуального проектирования, всевозможных видов инженерного анализа, моделирования ситуаций, а также компоновки изделия. При этом важно, что все создают один общий виртуальный цифровой макет проектируемого изделия, который в каждый текущий момент времени актуален – это значит, что в этом случае теоретически исключаются нестыковки. То есть организуется процесс контекстного проектирования на всех стадиях, когда каждый элемент создается в логической или геометрической привязке к существующему на данный момент времени контексту проектируемого изделия.

– Расскажите подробнее о принятой методике работы с большими сборками экскаваторов...

– Мы организовывали обучение наших конструкторов и по данной теме. Это было необходимо потому, что на каком-то этапе мы действительно стали испытывать трудности. Они были связаны и с производительностью имевшихся компьютеров, и с некорректными действиями в процессе создания сборочной модели. Поэтому пришлось заменить компьютеры и освоить приемы работы с большими сборками в NX.

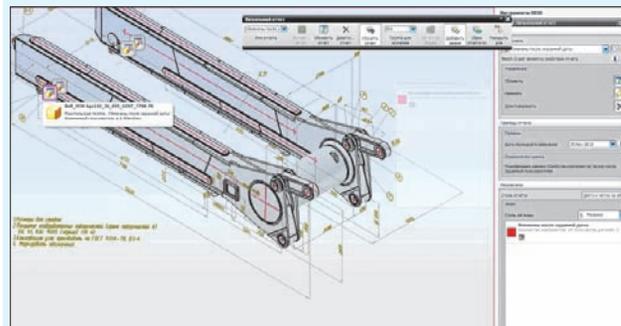
Суть подхода по работе с большими сборками заключается в том, чтобы отказаться от загрузки на рабочем месте сборки целиком. Вместо этого необходимо загружать только так называемый

контекст – окружение из тех деталей, от которых зависит топология конкретного проектируемого узла или агрегата. Для того чтобы автоматизировать этот процесс, NX предлагает богатый инструментарий по работе с контекстами. Контексты создаются с помощью комбинирования разнообразных фильтров – например, “по массе”, “по объему”, “по размеру”, “по расстоянию от точки”, “все детали, вписывающиеся в геометрический примитив” и др.

Чтобы у Вас сложилось представление о масштабах, приведу такие цифры. Ходовая тележка экскаватора состоит из 1500÷1700 компонентов. Сборочная модель всего экскаватора целиком содержит от трех до четырех тысяч основных компонентов. Если же добавить к этому стандартные элементы – крепеж и

Технология HD3D – составляющая комплексного подхода при внедрении PLM для создания новой концепции визуального представления. HD3D – насыщенная визуальная среда для работы с PLM-данными любых типов. HD3D расширяет возможности NX по визуальному представлению данных, совместному анализу и принятию решений в современной распределенной и неоднородной среде проектирования изделий. Технология HD3D – это простой и интуитивно понятный способ сбора, упорядочивания и представления данных об изделии, на основе которых принимаются проектные решения.

Реализация технологии HD3D в NX позволяет пользователям взаимодействовать и оценивать варианты конструкции на основе данных любого типа, отслеживаемых в NX (таких, как статус выпуска изделия, лимиты массы, тип материала, статус поставки и т.д.).



Применение технологии HD3D, встроенной в NX

прочее, то **общая сборка экскаватора может включать до 10 тыс. компонентов**. Да, это существенно меньше, чем у кораблестроителей, но всё равно немало!

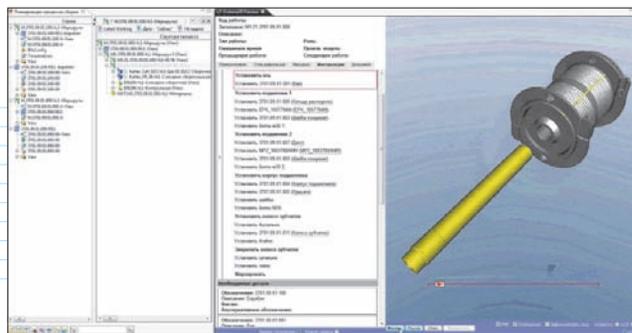
– В каких случаях 3D-модели деталей и узлов следует создавать в виде параметрических шаблонов (PTS)?

– При формировании принципов работы с PTS, мы исходили из следующих соображений. Если нам заранее известно, что проектируемый узел будет уникален и характерен только для, например, “тропического” исполнения экскаватора, то нет смысла делать его в виде шаблона PTS.

Мы планируем сделать как можно больше шаблонов PTS для наиболее часто повторяющихся элементов или сборок – чтобы конструктор мог изменять их, затрачивая на это минимум усилий и времени. **Суть подхода PTS заключается в том, что параметры, определяющие конструкцию детали или сборочного узла, заранее связываются математическими зависимостями.** Такая модель оснащается пользовательским интерфейсом. Хороший пример для PTS – колеса, которые располагаются внутри гусеничного хода экскаватора. В зависимости от массы экскаватора и объема ковша, размеры колес могут меняться, как и материал, из которого они изготавливаются. Нет смысла каждый раз проектировать колесо заново, раз уж в NX заложены возможности по созданию шаблонов. После изменения численных параметров мы оперативно получаем новое изделие в автоматическом режиме.

Второй наиболее характерный пример для PTS – лестница. В состав экскаватора входит много лестниц, которые часто приходится перестраивать в зависимости от взаимного расположения основных узлов экскаватора. Применение шаблона позволяет осуществлять это перестроение практически мгновенно.

Эти и другие шаблоны мы сейчас применяем на новом проекте ЭКГ-12М. Перед его руководителем поставлена задача вести проектирование по технологии в соответствии с нашей схемой и с применением шаблонов.



Планирование процесса сборки изделия в решениях компании Cortona3D

Со временем сформируется целая библиотека шаблонов PTS по элементам, которые многократно используются в наших изделиях.

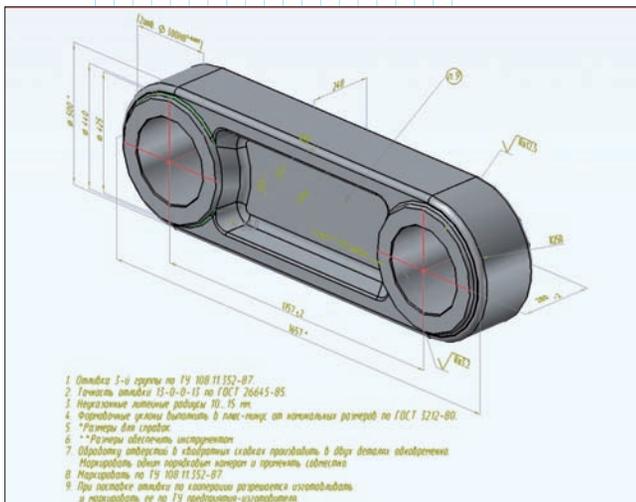
Кстати, наши шаблоны PTS будут включать в себя и необходимые CAE-расчеты – на первых порах только прочностные, чуть позже – анализ динамики и кинематики. Здесь, видимо, уместно сказать, что в составе КБ имеется “расчетный” отдел. К сожалению, он не укомплектован, специалистов по CAE нам не хватает. Однако сложившийся костяк специалистов по NX постепенно набирает компетенцию и по этой части – они уже умеют проводить оценочные расчеты в NX CAE. В самом начале пути освоения NX, в 2006–2007 гг., мы их специально ориентировали на это, и в программу обучения были включены возможности NX CAE.

– Насколько актуальными для задач “ИЗ-КАР-ТЭКС” являются прямое моделирование и синхронная технология, которой гордится Siemens PLM Software?

– В некоторых случаях прямое моделирование у нас применяется. Однако в целом для наших задач это не является таким уж важным аспектом работы, так как мы работаем только со своими моделями. Но в некоторых случаях этот инструмент очень полезен – наши конструкторы им пользуются для внесения изменений в модели, которые были созданы другими сотрудниками какое-то время назад.

– Вы упоминали, что ваши конструкторы освоили возможность размещения технических требований и другой производственной информации (PMI) непосредственно на 3D-моделях. Как вы это используете, и что это вам дает?

– Работа с PMI была освоена нами еще на этапе создания проекта экскаватора ЭКГ-50. Эффект от этой технологии мы получим чуть позже, когда завершится основной этап развертывания PLM-системы. PMI мы наносим на 3D-модели для того, чтобы окончательно уйти от необходимости распечатывать чертежи. **Новейшая версия NX 9, на которую мы планируем перейти, предлагает богатые возможности для того, чтобы использовать PMI на более поздних этапах – при подготовке производства и программировании обработки на станках с ЧПУ с помощью модуля NX CAM.**



Пример 3D-модели с PMI в системе NX

Нейтрализация факторов, препятствующих внедрению

Одним из главных препятствий при внедрении современных цифровых технологий, в частности, *PLM*-систем, выступает человеческий фактор. Многие конструкторы и технологи, различные службы предприятия и, в особенности, начальники структурных подразделений не заинтересованы в неизбежных глобальных изменениях.

Начальники структурных подразделений являются главным препятствием не потому, что принципиально выступают против новых технологий, а потому что объективно попадают в тяжелую ситуацию: им нужно перестроиться и приобрести новые знания, параллельно выполняя текущую работу в установленные сроки. Руководителям приходится пересматривать уровень ценности сотрудников своих подразделений, что совсем непросто. В результате они начинают подсознательно саботировать процесс внедрения, оперируя при этом планами, сроками и т.д.

Чтобы облегчить внедрение на начальных этапах, рекомендуется провести структурные изменения – временные, а при необходимости – постоянные.

Необходимость учитывать все указанные факторы объясняет требование к наличию в высшем руководстве человека с большим административным ресурсом, который непосредственно управлял бы проектом внедрения *PLM*, был объективно заинтересован в его успешном завершении и нес ответственность за результат. Этот человек должен хорошо знать основной процесс деятельности предприятия, чтобы оптимизировать не отдельные его звенья, а всё в целом.

В идеале курировать *PLM*-проект должно первое лицо предприятия, так как круг вопросов, по которым необходимо принимать решения, при внедрении *PLM* чрезвычайно широк. Наиболее очевидные:

- оптимизация организационной структуры предприятия;
- переосмысление и перестройка всей цепочки разработки, технологической подготовки и выпуска изделия;
- обеспечение введения и выполнения новых регламентов и принципов работы;
- решение кадровых вопросов;



- формирование идеологии дальнейшего развития *PLM* на предприятии;
- финансирование проектов;
- реализация программы удержания кадров.

В отношении основного фактора, тормозившего процесс внедрения *PLM* на площадке “ИЗ-КАРТЕКС”, можно сказать следующее. Организационно КБ предприятия состояло из тематических отделов (рабочее оборудование, ходовая часть, электрика и т.д.). Кроме того, были главные инженеры проекта (**ГИП**) по каждому разрабатываемому изделию. По сути, ГИП являлся главным конструктором изделия, проектировал компоновку и выбирал общие

технические решения, давал рабочим отделам ТЗ на разработку рабочей конструкторской документации по изделию. На момент внедрения технологии электронного макета все ГИПы, являясь хорошими предметными специалистами, были людьми в возрасте, и им было достаточно сложно радикально поменять инструмент проектирования. В свою очередь, рабочие отделы, получая от ГИП компоновку на бумаге, не видели целесообразности в цифровом проектировании.

Чтобы сдвинуть ситуацию с мертвой точки, **П.Г. Коробков**, бывший в то время генеральным директором “ИЗ-КАРТЕКС”, по совету специалистов ЛАНИТ, предложил ГИПам воспитать себе преемников – специалистов, которые, переняв их предметную компетенцию, смогли бы выполнять роль ГИПов в условиях внедрения цифровых технологий. Для этого были отобраны подготовленные сотрудники, а генеральный директор сумел заинтересовать ГИПов в том, чтобы их воспитанники быстрее сформировались как готовые преемники – организовал соревнование. В результате специалистов, способных взять на себя функции ГИПов, удалось подготовить за сравнительно короткий срок. Именно они и стали в дальнейшем проектировать концептуальный облик изделия – то есть, в терминологии технологии электронного макета, формировать базовую контрольную структуру.

С.Л. Марьин
(директор департамента *PLM* ЗАО “ЛАНИТ”)

– *Насколько упорными вы оказались в стремлении отказаться от бумажных конструкторских документов и признать статус подлинника за 3D-моделью?*

– У нас уже есть нормативный документ (стандарт), провозглашающий в качестве подлинника именно 3D-модель изделия, снабженную PMI-информацией. Это условие распространяется на наши новые изделия. Да, мы пока не готовы полностью отказаться от бумаги, её еще любят в нашем производстве. Но первый и самый важный шаг уже сделан – подлинником является 3D-модель.

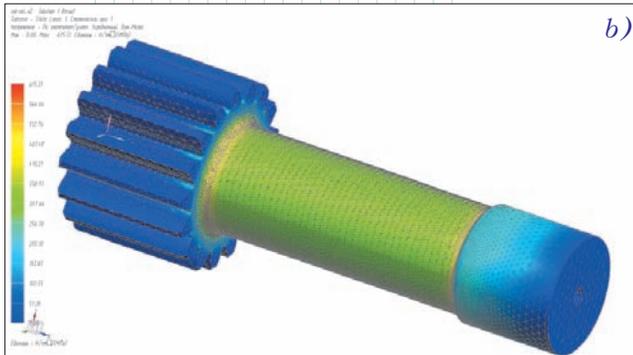
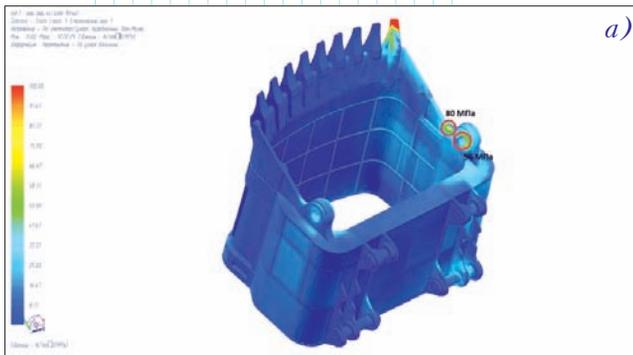
– *В какой степени автоматизирована подготовка каталогов на выпускаемую продукцию, а также интерактивных инструкций по техническому обслуживанию и ремонту вашей техники?*

– Эти задачи были заложены в пилотном проекте, и мы с ними успешно справились с помощью решения *Teamcenter* и *Cortona3D Rapid Author S*. В рамках развёртывания нашего *PLM*-проекта мы планируем применять *Cortona3D* для решения двух важных задач: в КБ – для создания интерактивных каталогов и инструкций по эксплуатации; у технологов – для создания анимированных технологических карт сборки.

Именно эти задачи первыми будут реализованы в среде *Cortona3D*. Соответствующие лицензии ПО нами уже закуплены, и этап внедрения запланирован на 2014 год.

– *Какие справочники Teamcenter потребовалось создать в процессе внедрения системы, и в какой степени они уже наполнены?*

– Действительно, был создан целый ряд справочников, некоторые из них уже наполнены, в других это еще предстоит. Это небыстрый процесс. На нашем предприятии внедрена ERP-система *Oracle EBS*, налажена передача в нее данных из PDM-системы – пока только односторонняя. Как я уже упоминал, **семь лет назад** была создана группа нормативно-справочной информации (НСИ). Уже тогда **мы понимали, что для всех систем предприятия у нас должны быть единые справочники**, иначе однажды всё развалится. Когда кому-то (конструктору, технологу или другому специалисту – независимо от того, в какой системе он работает) необходимо ввести в справочник новую



Напряженно-деформированное состояние:
а) ковш, б) вал-шестерни, с) ходовой тележки

Некоторые важные аспекты при организации проектирования по “правильной” технологии:

- Нельзя допускать, даже на начальных стадиях, разделения процесса конструирования и трехмерного моделирования.
- Обучать работе с САПР нужно уже сложившихся специалистов-конструкторов.
- Процесс компьютерного проектирования должен быть организован таким образом, чтобы в режиме параллельной работы создавался единый виртуальный цифровой макет проектируемого изделия. Неконтролируемый обмен файлами должен быть исключен.
- Специалистами предприятия должна быть разработана оптимальная ассоциативная структура каждого сложного проектируемого изделия, которая будет заполняться в процессе проектирования.
- Проектирование технологической оснастки должно вестись в виде ассоциативной ссылки на мастер-модель, т.е. исходную деталь. Технологу не должен иметь доступа непосредственно к этой детали. Ссылаясь на математическую модель детали, технологи создают математическую модель заготовки, которая, в свою очередь, служит ссылкой для проектирования оснастки.
- Должна быть разработана система доступа к мастер-моделям различного уровня и определены утверждающие звенья.
- Математическая модель каждой детали должна полностью соответствовать топологии её физического оригинала. При компьютерном проектировании у детали, которая является мастер-моделью по отношению к оснастке для ее производства, может быть только один хозяин – конструктор, который отвечает за её функциональность, и никто другой не должен иметь к ней доступа.

номенклатурную позицию, он следует определенному регламенту, который был разработан для этих целей. Просто так взять и ввести её руками нельзя. Процедура требует подачи заявки, которая проверяется; только потом новая позиция заносится в справочник.

Цель проста: **в каждый момент времени все наши справочники должны быть доступны, актуальны и идентичны.**

– *Какие методические материалы были подготовлены для вас специалистами ЛАНИТа? Какие курсы обучения были предоставлены и в каком объеме?*

– Здесь стоит отметить несколько аспектов. Во-первых, сотрудники компании ЛАНИТ участвуют в написании наших инструкций по применению того или иного функционала, либо по отдельному процессу целиком. Во-вторых, их консультации позволяют нам эффективно разрабатывать наши внутренние стандарты. По нашим оптимистическим предположениям, в течение текущего года мы должны завершить полное описание процессов работы в среде PLM по сквозной цепочке “конструкторы – технологи – производство”. В-третьих, каждый этап внедрения или большой

Виртуальные испытания позволяют:

- исследовать кинематику и динамику механических систем, в т.ч. проводить статический, кинематический, динамический, модальный и вибрационный анализ, визуализацию результатов;
- моделировать динамику движения машин (маневренность, расчеты плавности хода, управляемости и устойчивости);
- формировать целостную систему виртуального динамического моделирования, обеспечивать создание модели управления и описание всех функций системы при отсутствии необходимости выполнения вычислительных операций и написания программного кода;
- проводить моделирование, анализ, минимизацию излучения шума и оптимизацию показателей качества звуковой среды новых конструкций на ранних стадиях проектирования до начала испытаний прототипа, а также с максимальной точностью и скоростью моделировать акустические характеристики сложных систем.

процесс завершается подготовкой отчета ЛАНИТ для нас, который мы также используем в работе.

– Какова вообще роль грамотного методического обеспечения и обучения в процессе освоения сотрудниками предприятия правил и подходов к проектированию по технологии ЭМ?

– Нормативно-техническое обеспечение – это один из очень важных элементов внедрения PLM-технологий. Без этого нельзя. Перед тем как принять в 2011 году концепцию развития информационного пространства “ИЗ-КАРТЭКС”, мы описали все свои процессы в нотации IDEF0. Описали работу конструкторов, технологов, частично – производство, снабжение и немного захватили финансовую службу. В этом деле мы дошли до уровня отделов – до каждого рабочего места пока не углубились.

– Какие организационные изменения и изменения в бизнес-процессах потребовались в связи с переходом на компьютерное проектирование по технологии электронного макета?

– Необходимость таких изменений была очевидна, и об этом неоднократно говорилось на проводимых у нас совещаниях. В первую очередь, это касалось управления ведением проектов. Когда мы начинаем проект по созданию нового экскаватора, под него формируется отдельная команда из конструкторов и технологов, выделяются ресурсы. Обязательно должна быть обеспечена заинтересованность разработчиков в итоговом результате. В нашей Концепции развития информационного пространства, принятой в 2011 году, проектному управлению посвящен целый раздел.

– Сколько лет уходило на создание экспериментального образца нового экскаватора при ручном проектировании? Как изменились эти сроки с внедрением компьютерного проектирования?

– Такую оценку мы проводили на примере самого первого экскаватора ЭКГ-18, который мы

проектировали еще без применения электронного макета. Проектирование в среде NX ускорило работу конструкторов в полтора раза. У нашего предприятия есть своя специфика: **мы не собираем готовое изделие на своей территории – все узлы собираются непосредственно на карьере заказчика.** Поэтому для нас крайне важно, чтобы изделие собралось без проблем. В этом аспекте технологии Siemens PLM дают колоссальный эффект.

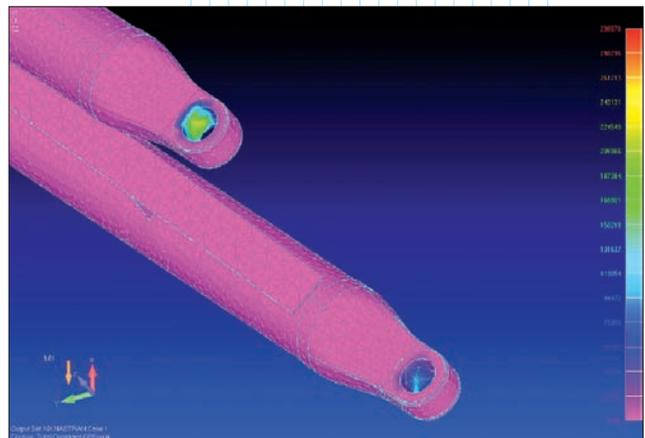
– В какой степени вам удалось наладить виртуальные испытания экскаваторов, их узлов и систем взамен физических испытаний в карьере или на стенде?

– Эта задача стоит в самых ближайших наших планах. Мы хотим иметь возможность промоделировать работу виртуального экскаватора на предмет того, что с ним будет по прошествии некоторого времени, выяснить, когда он сломается. Это очень важный момент, и в этом ключе технологии 3D и PLM оправдывают все усилия и расходы, которые на них затрачиваются.

Мы постоянно работаем над совершенствованием методик расчетов: что считать нормой, а что – отклонением от нее. Получив результаты расчетов, мы должны уметь правильно их интерпретировать. Все эти знания должны быть аккумулированы и подробно расписаны в книге, доступной конструкторам и



Расчет двуногой стойки, условно показано, как она отклонится под нагрузкой



Напряженно-деформированное состояние стрелы экскаватора

расчетчикам. Это относится и к вопросу документального обеспечения PLM-технологий...

Технологическая подготовка производства

– *Обратимся к задачам ТПП. Какой уровень автоматизации ТПП (проектирование и изготовление технологической оснастки, программирование обработки деталей на станках с ЧПУ, проектирование техпроцессов изготовления и сборки, трудовое и материальное нормирование, формирование технологических документов, организация документооборота и пр.) был достигнут на предприятии до прихода ЛАНИТ и Teamcenter?*

– Работа над новыми проектами экскаваторов будет вестись в среде Teamcenter. Проект ЭКГ-12М выполняется уже по нашей новой технологии с применением электронного технического задания и параметрических шаблонов.

Для технологов важно работать в едином пространстве с конструкторами. Это позволяет одновременно (не дожидаясь полного окончания разработки нового изделия) использовать результаты проектирования для технологической подготовки производства. Должна быть создана эффективная единая система представления и распределения информации по всем аспектам изделия между участниками процесса. Например, общие габариты детали и её материал определяются гораздо раньше, чем завершается её детальная проработка. Информация о габаритах и материале может быть передана технологу (кстати, и снабженцу тоже), не дожидаясь выпуска полностью проработанной модели. Это позволяет технологу начать проработку ТПП гораздо раньше. Если говорить о снабжении, это позволяет, с одной стороны, не выполнять бесполезную работу по детализации, если полуфабрикат под деталь не может быть закуплен или обработан, а с другой – дает необходимый резерв для подготовки оптимального договора поставки.

Технологическая подготовка производства в условиях трехмерного проектирования предусматривает использование:

- 3D-моделей для создания управляющих программ для станков с ЧПУ;
- моделей для создания технологических заготовок с определением припусков;
- ЭМ для проектирования ассоциативной технологической оснастки;
- структуры и моделей ЭМ для отработки сборочных технологических процессов и техпроцессов обработки, создания всех необходимых технологических эскизов (в том числе анимационных – видео).

Технологическая документация должна быть удобна для использования в производстве.

Разработанные в Teamcenter технологические процессы тоже будут считаться электронными подлинниками технологической документации. В дальнейшем мы планируем

Проект “Организация взаимодействия конструкторских и технологических подразделений в рамках развития концепции PLM на предприятии” стартовал на “ИЗ-КАРТЭКС” 20.09.2013 г.

Цели проекта:

- 1 Модернизация конструкторских шаблонов, с целью использования в работе технической дирекции.
- 2 Формирование “Базы знаний” с применением PTS (Product Template Studio).
- 3 Создание с помощью технологии PTS технологических шаблонов для деталей и узлов – изготавливаемых и неизготавливаемых на станках с ЧПУ.
- 4 Сокращение сроков реагирования компании на изменяющиеся требования потребителей.

отказаться и от бумажной технологической документации.

Станки с ЧПУ у нас появились относительно недавно. Для программирования обработки мы используем NX CAM – самые первые лицензии были закуплены в 2007 году. В самое ближайшее время запланировано обучение по программированию постпроцессоров и визуализаторов, которое проведут специалисты ЛАНИТ. Часть постпроцессоров, которые нужны уже сейчас, написали сотрудники ЛАНИТ.

– *Вам наверняка было известно, что в составе Teamcenter Manufacturing нет готовых решений для ТПП в таком её понимании, которое унаследовано в России со времен СССР. Как следствие, потребуется большой объем работ по кастомизации функционала, а это – время, деньги, нервы, повторное формирование справочников и т.д. Почему вы на это пошли? Может быть, проще было бы интегрировать Teamcenter и ваши САПР ТПП?*

– Именно по этой причине пилотный проект в отношении ТПП длился продолжительное время. Здесь сказался и консерватизм наших технологов. В ходе выполнения пилотного проекта специалисты ЛАНИТ сделали для технологов очень



На фоне экскаватора ЭКГ-18Р

много изменений в интерфейсе *Teamcenter Manufacturing 8.3*, чтобы он стал удобнее для их работы. Как мне кажется, когда мы завершим разработку регламента для технологов, и они научатся четко ему следовать, многие вопросы решатся сами собой. Но главная цель здесь – существенно упростить процесс ТПП и технологическую документацию.

– *Какое видение автоматизации ТПП предложил вам на рассмотрение ЛАНИТ?*

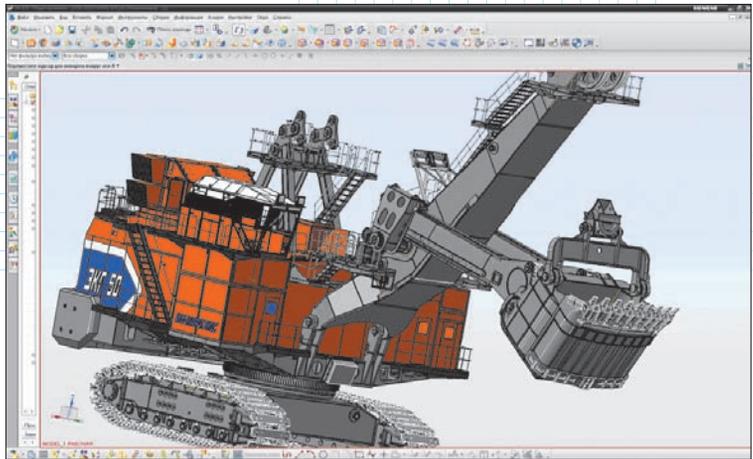
– Компания ЛАНИТ помогает нам внедрять передовые информационные технологии. Но наши бизнес-процессы, которые мы автоматизируем, мы строим и совершенствуем сами.

Касательно видения автоматизации ТПП... Для реализации цифрового процесса технологической подготовки производства необходимо создать ряд предпосылок на предыдущих этапах внедрения *PLM*, основной из которых является **наличие электронного макета со всей необходимой для подготовки производства атрибутивной информацией (PMI)**. Важным фактором при технологической подготовке производства по цифровым технологиям является фокусировка на процессе, а не на выпуске документации по нормам ЕСТД.

Процесс подготовки производства по электронному макету изделия протекает в системе *Teamcenter* и существенно отличается от традиционного. Документация по ЕСТД в данном процессе рассматривается как отчет, выпущенный в автоматическом режиме на базе различной информации, хранящейся в объектах *Teamcenter*. Строго говоря, выпуск документации – это всего лишь один из способов интерпретации информации; такая интерпретация нужна для того, чтобы потребитель мог эту информацию воспринять. Например, документация по нормам ЕСТД передается рабочему в цех, поскольку сейчас он еще не может работать с цифровым представлением.

В перспективе от таких бумажных отчетов можно будет отказаться вообще, при условии, что цеха будут оснащены планшетами и мониторами, а рабочие будут подключаться к *Teamcenter* и работать напрямую с ним. Тем более, что способ представления результата труда технологов в *Teamcenter* снижает некоторые требования к квалификации рабочих. Например, умение читать чертежи в перспективе не будет обязательным. В *Teamcenter* сборочный процесс представляется в виде наглядной 3D-анимации, также, как и технологические эскизы, описывающие процесс обработки детали на универсальном оборудовании, представляются в виде набора 3D-моделей, каждая из которой описывает определенную операцию. Информацию в таком виде понять очень легко.

Если говорить о цифровом процессе технологической подготовки производства в целом, то он, аналогично процессу проектирования, осуществляется в едином виртуальном пространстве, позволяющем по ассоциативной цепочке обрабатывать все изменения в



Сборочная модель экскаватора ЭКГ-50 в NX

конструкции. На нашем предприятии мы реализовывали следующие задачи по ТПП:

- ведение межцеховых маршрутов в среде *Teamcenter Manufacturing*;
- автоматизированное материальное нормирование в среде *Teamcenter Manufacturing*;
- проектирование ТП сборки и механообработки на универсальном оборудовании в среде *Teamcenter Manufacturing*;
- формирование технологической отчетной документации;
- визуализация сборочных ТП при помощи *Cortona3D* в среде *Teamcenter*.

– *Чего вам удалось добиться совместно с ЛАНИТом в отношении автоматизации проектирования маршрутных техпроцессов и формирования соответствующей документации? В отношении операционных техпроцессов?*

– Да, конечно, эти задачи были решены во время выполнения пилотного проекта. По нашему ТЗ специалисты ЛАНИТа разработали для технологов очень удобные формы, необходимые для этих задач. По сути, получилось так, что технологи практически не видят систему *Teamcenter Manufacturing* в “голом виде”. Вся информация вводится и обрабатывается в модулях, которые были написаны специалистами ЛАНИТ на базе *Teamcenter* и с сохранением структуры хранения информации, принятой в *Teamcenter*.

Таким образом, задача по ведению межцехового маршрута была решена путем создания специальной программной оболочки, которая с помощью встроенных функций *Teamcenter Manufacturing* создает по определенным правилам структуру расцеховки. Оболочка имеет достаточно простой и наглядный интерфейс, который обеспечивает возможность отображения информации из классификатора *Teamcenter*, отсутствие ошибок, неизбежных при ручном вводе, и уменьшение трудоемкости создания маршрута для компонентов изделия. Помимо этого интерфейс позволяет одновременно управлять несколькими вариантами расцеховки для одной ДСЕ и проводить изменения.

В то же время мы рассматривали задачу формирования документации как отдельную, охватывающую не только конструкторскую документацию, но и извещение об изменении, операционную карту и карту эскизов. Думаю, при необходимости, мы будем формировать отчеты и по другим данным.

– То же в отношении материального и трудового нормирования...

– Все сказанное ранее относится и к материальному и трудовому нормированию. ЛАНИТ нам разработал модуль, в основе которого работает мощный математический аппарат. Это позволило практически в автоматическом режиме, используя данные классификатора по материалам, рассчитывать нормы по различным сценариям. Разработанный модуль позволяет нормировать сразу несколько марок материалов в зависимости от параметров заготовки и условий закупки.

В модуле формирования технологических процессов был реализован механизм трудового нормирования – как по операциям, так и по переходам.

– То же в отношении проектирования и изготовления технологической оснастки...

– В рамках пилотного проекта эта задача в полной мере не отрабатывалась, поскольку нам нужно было ограничить его определенными рамками. При развертывании системы мы, конечно же, отработаем и этот аспект. Но мы не хотели, чтобы наш пилотный проект затянулся на два-три года.

Нам известно, что **на тех предприятиях, где хорошо отлажен процесс проектирования по “правильной” технологии, задача проектирования технологической оснастки существенно упрощается.** На этом этапе возможно и некоторое перераспределение ролей, поскольку проектирование оснастки становится делом скорее технолога-конструктора, а не просто технолога. Подчеркну, что оснастка проектируется в NX уже давно, но эти специалисты не были вовлечены в работу в пилотном проекте.

Основные задачи, которыми мы ограничили пилотный проект, включали в себя: расцеховку, нормирование материала, операционные технологии механообработки и сборки, вывод этой информации в виде отчетов и операционных карт, а также задачи по отработке процедур визуализации сборочных техпроцессов в решениях Cortona3D.

Подход к проектированию техпроцессов сборки и механообработки на универсальном оборудовании в среде Teamcenter Manufacturing:

Для проектирования технологических процессов реализовано техническое решение, позволяющее вести в системе Teamcenter все процессы для создания, изменения и оптимизации ТП по механической обработке на универсальном оборудовании и ТП по сборке. Задачи по формированию ТП по сварке и на станках с ЧПУ планируется решить в течение 2014 года.

– Поскольку производимое изделие не собирается у вас на площадке, хотелось бы отдельно остановиться на имеющихся возможностях визуализации сборочных процессов в Cortona3D...

– Да, целиком экскаватор мы не собираем. Но отдельные узлы, сложность которых достаточно велика, собираются в цехах. И, конечно, визуализация технологической документации позволит нам поднять процесс на совершенно другой уровень за счет значительно более качественной проработки изделия на собираемость и возможности автоматизированного проведения изменений при использовании глубокой интеграции Teamcenter и Cortona3D. При этом анимированные процессы сборки можно просматривать как в среде Teamcenter, так и на любом другом компьютере или мобильном устройстве без установленного Teamcenter.

Итоги и первые результаты PLM

– Как отражается внедрение решений, основывающихся на продуктах Siemens PLM, на экономических и финансовых параметрах деятельности ООО “ИЗ-КАРТЭКС” в целом?

– Оценить эффект от PLM в каких-то формальных показателях, в деньгах – задача очень сложная. Вполне реальна ситуация, когда конструкторско-технологическая подготовка выполнена безупречно по качеству и срокам, но на этапе производства, например, случились сбои и ошибки. Но именно поэтому мы и внедряем PLM, чтобы иметь полную информацию об изделии на всех этапах его жизненного цикла. Именно PLM в полном объеме исключит всякие сомнения в эффективности информационных технологий.

Тем не менее, мы можем отметить ряд конкретных положительных факторов от использования PLM, которые мы уже ощущаем. Во-первых, на этапе сборки экскаватора у нас на порядок уменьшилось количество коллизий. Прежде в карьере возникало много нестандартных ситуаций при сборке, а исправлять что-то на месте, в полевых условиях, всегда крайне сложно.

Во-вторых, на порядок уменьшилось количество извещений об изменениях.

В-третьих, мы стали конструировать быстрее. Я надеюсь, что в самое ближайшее время мы сможем упростить технологическую документацию, и, таким образом, сократим весь процесс подготовки производства.

Более ощутимый эффект от PLM мы получим тогда, когда начнем проводить виртуальные испытания нашей техники. На этом этапе, я думаю, его можно будет оценить и в денежном выражении.

Еще один момент. У нас нет собственного литейного производства, эту работу для нас выполняет предприятие, входящее в группу ОМЗ. Теперь, когда мы работаем с ними на уровне передачи моделей NX, работа выполняется точнее и быстрее – это тоже положительный эффект.

Один из важных эффектов применения Teamcenter для конструкторов – упорядочение

работы с моделями и большими сборками, которые больше не разваливаются.

Технологам стало легче и удобнее работать с 3D-моделью, спроектированной в NX по “правильной” технологии. Раньше случалось, что им приходилось её переделывать, поскольку в первоначальном процессе были нарушены требования и правила построения 3D-моделей.

Я уверен, что совместная деятельность сотрудников, вовлеченных в процесс создания изделия в единой PLM-среде с применением проектного подхода к организации работы, даст нам в ближайшем будущем громадный эффект.

– Интегрирована ли ваша PDM-система Teamcenter с ERP (АСУП) предприятия? Не может ли получиться так, что в Teamcenter представлена одна структура изделий, а в ERP-системе вручную введена похожая, но не та и с ошибками? Синхронизированы ли эти базы данных?

– Ситуация, когда в разных системах присутствуют разные структуры (состав) изделия, на нашем предприятии исключена. С 2006 года у нас внедрены регламенты, описывающие все процедуры по синхронизации, подразделение НСИ следит за безусловным исполнением этих регламентов.

– Насколько важно подобрать эффективную команду внедренцев PLM-технологий и какую роль первого лица предприятия в обеспечении успеха PLM-проекта?

– Очень важно. Нам тоже пришлось создавать команду внедренцев, пусть и небольшую, но состоящую из наиболее грамотных и продвинутых специалистов – конструкторов и технологов, пришлось заинтересовывать и увлекать их PLM-проектом. Эта команда и сама по себе является неким результатом внедрения PLM, в ней накапливаются необходимые для предприятия знания, она же будет потом поддерживать систему и развивать её. То, что было наработано в процессе внедрения – у нас и останется.

Роль первого лица предприятия в успехе PLM-внедрения переоценить невозможно. До 2011 года руководителем нашего предприятия был Павел Герасимович Коробков, трагически погибший в автокатастрофе, – теперь наше предприятие носит его имя. Его позиция была очень последовательной, и по вопросам внедрения информационных технологий мы всегда получали необходимую поддержку.

Наш новый генеральный директор – **Андрей Романович Ганин** – не просто поддерживает процесс внедрения, но и принимает в нём активное участие, является куратором PLM-проекта. Мне очень приятно отметить, что у первого лица есть реальный интерес к PLM, и он всегда лично председательствует на внутренних комитетах по внедрению PLM, которые проводятся регулярно. Поддержку я получаю не только от генерального директора, но и от других руководителей высшего звена. В частности, в дело формирования команды проекта большой вклад вносит



На пути в карьер

наш директор по персоналу – **Александр Викторович Ильин**.

– Можно ли, по Вашему мнению, считать достижения коллектива в освоении и применении решений Siemens PLM реальным успехом предприятия в деле проектирования и производства современных карьерных экскаваторов?

В чём заключается, на Ваш взгляд, формула успеха “ИЗ-КАРТЭКС”?

– Мне кажется, что о наших достижениях мы сегодня и говорили. Да, несомненно, инновационные технологии позволяют нам достигать реальных успехов в деле проектирования и производства современных экскаваторов. И чем ближе мы к поставленной цели, тем более очевиден этот успех.

У нас, как Вы видите сами, ИТ-команда малочисленная. Помимо PLM, в наши обязанности входит и сопровождение других ИТ-систем предприятия, и поддержка “железа”, и поддержка пользователей и еще много чего. Так что нам приходится нелегко. Но я всегда говорю своим коллегам – мы на самом деле ничем не хуже американских конкурентов. Если американцы смогли создать *Dreamliner (Boeing)* и продать его первым покупателям, не имея еще живого образца, то и мы сможем создать свой электронный *dream*-экскаватор, который сможем продавать заказчику, демонстрируя его только в виде электронного макета. Это – наш девиз и одновременно наша задача-максимум. Все наши усилия направлены на её реализацию. **Мы хотим стать и станем инновационным, современным, европейским предприятием.**

Ну, а формула успеха...Пожалуй так: инновационное мышление + пунктуальность и дисциплина в реализации решений + команда единомышленников = успех.

– Андрей Григорьевич, благодарю Вас за разговор и время, которые Вы уделили нашему журналу. Желаю Вам успехов в нелегком деле развертывания PLM и реализации Ваших смелых планов!

30 января 2014 г., Санкт-Петербург. 