

“Успех определяется сочетанием знаний наших специалистов с современными инструментами, помноженным на желание создавать инновационные конструкции”

“Формула успеха” компании ООО “Инженерный центр”, г. Челябинск

Юрий Суханов (Observer)

observer@cadcamcae.lv

На обложке этого номера *Observer*'а, как и на новых фирменных коробках программных продуктов *Autodesk* для машиностроения, красуется стильный погрузчик, спроектированный и изготовленный в российском городе Челябинске. Даже попасть на лицезубую обложку технического журнала не так легко, а уж стать, так сказать, лицом *Autodesk* – “короля” индустрии САПР, это и вовсе дорогого стоит!

Автором этого бесспорного достижения является коллектив “Инженерного центра”, фирмы-разработчика погрузчика и других машин для дорожных и погрузочно-разгрузочных работ. В рамках проекта “**Формула успеха**” мы задали руководителям и ключевым сотрудникам этой компании множество вопросов, призванных помочь выявить эту пресловутую формулу.

Сегодня они делятся с читателями своим видением места и роли *CAD*-, *CAE*- и *PDM*-систем в своей профессиональной деятельности, а также своими оценками и рецептами успеха – успеха, который, как говорится, виден даже невооруженным взглядом.

На наши вопросы отвечали: генеральный директор ООО “Инженерный центр” Виктор Каспиров, главный конструктор Владимир Шахов, заместители главного конструктора Алексей Сарапулов и Владимир Корнев, главный гидравлик Лариса Ежова, ведущие конструкторы Виталий Павленко и Андрей Новоселов, инженеры-конструкторы Татьяна Кашигина, Сергей Косарев и независимый *CAD/CAM/PDM*-консультант Алексей Гринчий.

– Вашей компании пошел всего пятый год, а вот сфера деятельности – проектирование машин для дорожных и погрузочных работ – стара, как мир. При этом, существуя чуть ли не со времен изобретения колеса, она остается достаточно сложной. Не бывает так, чтобы несколько человек вдруг собрались и начали успешно делать проекты, требующие, с одной стороны, опыта и специальных знаний, с другой – немалых ресурсов, с третьей – уверенности в сбыте произведенного, т.е. спроектированного. Откуда все же “ноги растут” – не из конструкторского ли подразделения какого-то крупного завода?

– **Виктор Каспиров (В.К.):** Компания “Инженерный центр” была создана в Челябинске в 2004 году как специализированная фирма по разработке новых конструкций дорожной и строительной техники. У её истоков стояли люди, много лет проработавшие на машиностроительных предприятиях, занимавшиеся разработкой и производством дорожной техники и мечтавшие воплотить в жизнь свои идеи. Некоторые из нас имеют за плечами многолетний опыт работы на “Челябинском тракторном заводе” (сейчас ООО “ЧТЗ-Уралтрак”) и “НИИ Тракторостроения”. Многие работали на “Заводе дорожных машин им. Колосенко”, который был переименован в ЗАО “ЧСДМ”



Виктор Каспиров

после приобретения его компанией “РусПромАвто” (сейчас – “Группа ГАЗ”). К примеру, В.С. Шахов более 20 лет проработал главным конструктором завода, и под его руководством была создана целая гамма машин. Но с новым руководством мы разошлись во взглядах на направление дальнейшего развития предприятия...

Не буду скрывать, что на момент создания компании у нас уже была предварительная договоренность с потенциальными заказчиками. Поэтому мы достаточно быстро получили первый заказ на разработку усовершенствованных коробок передач и мостов для автогрейдеров и погрузчиков. У нас были заказчик, договор и конкретный срок, к которому мы должны были завершить разработку. Полученный аванс позволил нам начать оснащение рабочих мест конструкторов современной компьютерной техникой и программным обеспечением.

– **Владимир Шахов (В.Ш.):**

Костяк нашей фирмы составили опытные специалисты с многолетним опытом разработки дорожных машин. Но мы прекрасно понимали, что одного лишь опыта недостаточно. Привлечь заказчиков можно только разработкой конструкций, выполненной в минимальные сроки с высоким качеством, да к тому же подкрепленной соответствующей технической



документацией. Поэтому вопрос оснащения рабочих мест наших специалистов современной компьютерной техникой и САПР стал актуальным буквально с первого дня.

– В создании какой техники принимал участие ИЦ? Что сегодня есть в вашем портфолио? С кем из российских и иностранных компаний вы конкурируете?

– Владимир Корнев (В.Кр.): Перечислю разработки ИЦ: коробки передач и мосты для погрузчиков и автогрейдеров, колёсные фронтальные погрузчики ПК30, ПК46, ПК65, ПК90, бульдозерно-рыхлительный агрегат ЕС10 тягового класса 10 тонн. Перспективная модель – погрузчик-экскаватор ЕС85 мощностью 74 кВт.



Основные компании-конкуренты: “Брянский Арсенал”, “Амкорд”, “ЧТЗ-Уралтрак”.

По эксплуатационным характеристикам спроектированные нашим ИЦ машины не уступают аналогичной продукции таких зарубежных фирм, как *New Holland*, *Komatsu*, *Caterpillar* и др. при значительно более низкой цене.

– Обрисуйте, пожалуйста, модель бизнеса вашей компании. Вы ориентированы на проектирование новых машин или специализируетесь на модернизации существующих? Вы работаете только по заказам или можете себе позволить спроектировать машину, а потом продать проект по конкурсу одному из заводов-изготовителей? Или же ваша компания – часть холдинга, и внешняя деятельность ограничена его рамками?

– В.Кр.: Мы абсолютно самостоятельная фирма, не входящая ни в какой холдинг, и пока хотели бы сохранить этот статус-кво. Что касается модели бизнеса, то мы готовы как модернизировать существующие машины, так и проектировать новые. Однако пока мы занимались модернизацией только отдельных узлов. Модернизация всей машины зачастую просто невыгодна – это приведет к конструированию новой машины.

Проектировать машины, чтобы продавать по конкурсу, мы пока не готовы. Во-первых, из-за финансовых ограничений; во-вторых, это, на мой взгляд, нереально, так как при создании машины мы должны учитывать возможности и особенности завода-производителя.

Обычно мы разрабатываем эскизный проект или техническое предложение, с которым выходим к заказчику. Если заказчик соглашается, тогда начинается дальнейшая разработка. Случается, что заказчики сами обращаются к нам со своими предложениями. К примеру, как то группа предпринимателей из Прибалтики обратилась к нам с предложением разработать машину для их рынка. К сожалению, по независящим от нас причинам, этот проект не пошел дальше эскизных разработок.

– На первый взгляд кажется, что двух десятков человек явно недостаточно для решения серьезных задач...

– В.Кр.: Ну, вы как налоговая инспекция... ☺ Постоянно у нас работает 15 человек – это те специалисты,

которые непосредственно заняты разработкой и конструированием. По отдельным договорам работают специалисты, патентоведы и переводчики. На разовые работы мы привлекаем специалистов других организаций. Часть нашего оборудования и компьютеров обслуживается по договорам аутсорсинга, так же обслуживается и офис.

– Способен ли ИЦ сегодня создать концепт новой машины?

– Алексей Сарапулов (А.С.): Смотря какой смысл вкладывать в слово концепт... Погрузчик, например, еще долго будет иметь 4 колеса, ковш, стрелу, кабину. Но с другой стороны – в каждом проекте используется десяток патентов на изобретения, полезные модели, промышленные образцы. Если подразумевается внешний вид, то мы можем создать машину с оригинальным внешним видом, что, собственно, и делаем в каждой нашей разработке. Хотя рынок дорожного машиностроения в этом плане более консервативен, чем, скажем, легковых автомобилей.



– Решает ли ИЦ задачи индустриального дизайна – внешний облик и интерьер кабины, фирменный стиль, а также эргономики?

– А.С.: Естественно. Для наглядности могу привести пример из моей профессиональной деятельности: погрузчики В138 и ТО-40, в разработке которых я участвовал в 90-х годах, и ПК46, созданный нами несколько лет назад. Первый погрузчик – это голая функциональность. Я помню, что когда мы создавали В138, проект был готов уже процентов на 70 (компоновка, мосты, рабочее оборудование, кабина, двигатель и системы, коробка передач и т.д.), и никто не знал, да и не задумывался, как будет выглядеть машина в целом. Для погрузчика ПК46 внешний вид разрабатывался и оценивался уже с первых этапов – а ведь промежуток между этими проектами всего 10 лет. В отличие от автомобиля, дорожная техника имеет снаружи рабочие органы, которые в первую очередь и определяют внешний вид машины. Но, как вы видите, и их можно сделать красиво, я бы даже сказал изящно, а остальные элементы машины – сбалансированными.

– Почему для оснащения рабочих мест ваших конструкторов были выбраны именно продукты Autodesk? Интересовались ли вы, какое ПО и почему применяют ваши коллеги и конкуренты, какие системы отвечают вашим задачам в наибольшей степени? Проводился ли тендер на поставку ПО?

– В.Ш.: К сожалению, наша небольшая фирма не могла позволить себе сравнительных исследований возможностей различных САД-систем, и мы не проводили конкурса на поставку ПО. Ситуация была следующей. Наш первый заказ имел достаточно жесткие сроки исполнения, и соблсти их без средств автоматизированного проектирования было нереально. Мы опросили наших специалистов

и выяснили, что все они знакомы с *AutoCAD*. Поэтому именно с данным продуктом и начали работать.

– **В.К.:** Наверное, позднее, когда был приобретен опыт работы в условиях рынка и накоплен достаточно большой объем информации, можно было бы подойти к выбору ПО более серьезно. Но в наших условиях мы просто доверились профессионализму *Autodesk*, и не пожалели. Помимо *AutoCAD* начали активно применять систему *Autodesk Inventor* и приобрели некоторые другие программы, которые позволили нам как сократить время на оформление и подготовку технической документации, так и организовать упорядоченное хранение наших файлов и электронных документов. В настоящее время все конструкторы нашей фирмы имеют возможность использовать современные версии *AutoCAD* и *Autodesk Inventor*.

– **А.С.:** Я знаком с продуктами фирмы *Autodesk* с 1992 года. Начинать с 10-й версии *AutoCAD* под *MS DOS*. Работал и в *Mechanical Desktop*, потом в первых версиях *Autodesk Inventor*. В начале своей конструкторской деятельности пользовался и другими графическими системами – честно сказать, уже забыл их названия. Это был период становления САПР. На весь отдел (порядка 100 конструкторов, расчетчиков, техников) было 5 или 6 компьютеров, из них только на двух работали конструкторы, а остальные служили печатными машинками. На семинарах довелось ознакомиться с разнообразными CAD-продуктами. *AutoCAD* привлекал открытостью архитектуры, достаточно понятным интерфейсом, и тем, что соответствовал уровню решаемых в то время задач. Никто из известных мне пользователей *AutoCAD* и *Inventor* тогда не проходил официального обучения. В основном, все учились работать самостоятельно или с помощью продвинутых коллег.

В свое время я даже был увлечен написанием программ на языке *AutoLISP*, расширяющих функционал *AutoCAD*. Таким образом, мое знакомство с продуктами *Autodesk* продолжается уже 16 лет. Конечно, появление *Inventor* – принципиально новый шаг и новый подход к проектированию. Сейчас мне иногда приходится возвращаться к *Mechanical Desktop*, чтобы перенести старые модели в *Inventor*. Впечатление такое, что пересаживаешься с современной машины на велосипед. Хотя когда-то и он позволял нам решать серьезные задачи.

– **В.Кр.:** Хотел бы отметить, что у большинства наших специалистов более чем 10-летний опыт работы с продуктами *Autodesk*. Кроме того, большинство наших заказчиков и поставщиков тоже имеет возможность применять эти же продукты, что бывает немаловажно для совместной работы.

– *Расскажите о первом опыте применения Autodesk Inventor в вашей компании, и о тех задачах 3D-моделирования, на которых он нарабатывался.*

– **В.Ш.:** Первый опыт работы с *Autodesk Inventor* мы получили, разрабатывая корпусные детали для коробок передач. Сейчас мы применяем эту систему на всех этапах проектирования: начиная с подготовки договора и технического задания и заканчивая

подготовкой руководства по эксплуатации. Основные этапы, на которых *Autodesk Inventor* просто необходим – это компоновка машины, разработка отдельных узлов и деталей, подготовка моделей для прочностных и кинематических расчетов, контроль собираемости узлов, подготовка иллюстраций для технических руководств.

До выхода *Autodesk Inventor 2008* со встроенной поддержкой ЕСКД большую часть чертежей мы выполняли с помощью системы *AutoCAD*. То есть работа строилась так: конструктор создает трехмерную модель детали или узла, получает необходимые проекции, виды сечения, которые затем передаются и оформляются в *AutoCAD*. Это было связано с тем, что *AutoCAD* предоставлял более широкие возможности по оформлению чертежа в соответствии с российскими ГОСТами. А на май с.г. у нас запланирован переход на *Autodesk Inventor 2009* со всеми вытекающими из этого преимуществами.

– *Как применяется Autodesk Inventor на этапе общей компоновки изделия?*

– **А.С.:** Предварительная компоновка машины, определение основных параметров и размеров, согласование покупных агрегатов с компаниями-поставщиками – всё это входит в мою задачу. Редко бывает, что новая разработка начинается с нуля, – всегда есть какие-то предварительные наработки. Я использую *Autodesk Inventor* во многом как некий набор-конструктор, который позволяет мне проанализировать разнообразные варианты с точки зрения технологичности, доступности агрегатов, эргономики и оптимально расположить основные узлы, разработать кинематику рабочего оборудования и рулевого управления. После этого подключается коллектив разработчиков оригинальных узлов. На этапе более детальной проработки, когда уже вырисовываются основные элементы конструкции, появляется возможность проанализировать собираемость, отсутствие касания движущихся деталей, произвести прочностные расчеты.

В последнее время конструкция машин усложняется, компоновка становится более плотной. 3D-моделирование позволяет мне плотнее расположить “начинку” машины. Результаты работы по созданию трех типоразмеров погрузчиков показали, что качество проектирования значительно повысилось.

– *Строите ли вы полные и детальные 3D-модели своих машин или обходитесь моделями узлов, а для целей визуализации используете упрощенные модели? Насколько велики 3D-модели погрузчиков, сколько деталей в общей сборке? Как ведет себя Inventor при работе с большими сборками, в том числе при открытии сборочных чертежей?*

– **А.С.:** Нет, не строим. Здесь ограничением является производительность “железа”. Но, я думаю, мы достаточно удачно разбиваем общую задачу на несколько частных, что позволяет нам работать с частями общей сборки. Во многом помогает и функция детализации сборки. Со сборкой из полутора тысяч деталей вполне можно работать.

– **Алексей Гринчий (А.Г.):**
Мы начинали работать с 9-й версией *Autodesk Inventor*, и в ней собрать полную модель погрузчика было невозможно, поэтому мы разбивали задачу на части. В 11-й версии работа с большими сборками была значительно улучшена, и уже можно собрать весь погрузчик целиком. Тем не менее, построение полной модели до сих пор остается для нас отдельной задачей.



Возможно, мы могли бы решить эту проблему, перейдя на 64-разрядную версию *Autodesk Inventor*. Но пока к такому переходу не подготовлена наша инфраструктура.

– *В советское время ходила история, что у поставившихся за рубеж тракторов “Беларусь” там срезали кабину со всеми системами управления и ставили свою – просторную, с хорошим обзором, удобным расположением приборов и ручек управления, кондиционером с тэлеуловителем... Ну, а как у вас обстоит дело с кабиной? Тоже проектируете в Inventor'e?*

– **Виталий Павленко (В.П.):**
При проектировании кабины, а именно этим я занимаюсь, необходимо не только выдержать множество технических параметров и требований, но и обеспечить высокий уровень эргономичности и эстетичный внешний вид, учесть пожелания заказчика, поэтому разработку приходится вести в буквальном смысле слова на грани науки и искусства. Использование *Autodesk Inventor* помогает эффективно решать все возникающие проблемы.



Для меня главной целью при проектировании является следующее: рабочее место оператора должно быть удобным и комфортным, человек не должен приспосабливаться к неудобствам. Это достигается рациональным и эргономичным расположением органов управления машиной. Средствами *Autodesk Inventor* я “усаживаю” модель человека на сиденье и определяю наиболее удобное расположение всех органов управления. На следующем этапе определяю конфигурацию силового каркаса (*FOPS-ROPS*).

При проектировании металлоконструкции удобен каркасный метод построения сборки – то есть существует базовый файл, в котором описана основная геометрия

ROPS (Roll Over Protection Structure) – конструкция, обеспечивающая защиту оператора в случае, если машина перевернулась.

FOPS (Failing Object Protective Structure) – конструкция, обеспечивающая защиту оператора при падении на кабину некоторого объекта.

TOPS (Tip Over Protection Structure) – конструкция, обеспечивающая защиту оператора при опрокидывании машины на бок.

каркаса кабины на уровне плоскостей, поверхностей и эскизов. И далее каждая реальная деталь параметрически связана с базовым файлом. Таким образом, *Autodesk Inventor* позволяет вести процесс проектирования “сверху вниз”. Это очень эффективный метод, поскольку позволяет на уже готовой кабине проводить изменения практически всех деталей путем изменения одного размера в базовом файле. Простой пример: необходимо изменить дверной проем или габариты кабины. При “прямом” проектировании – это трудоемкий процесс, а в моем случае – вопрос нескольких минут.

Благодаря встроенному модулю прочностных расчетов на решателе *ANSYS* система *Autodesk Inventor Professional* позволяет на стадии проектирования произвести предварительный расчет кабины на соответствие *FOPS-ROPS*. На любом этапе проектирования можно посмотреть глазами оператора на кабину изнутри и, например, проверить обзорность рабочих органов (в контексте общей сборки). Для этого просто нужно перевести отображение в *Autodesk Inventor* в перспективную проекцию, и можно буквально войти в кабину и занять место оператора. Данный метод – очень зрелищный и эффективный, а в присутствии заказчика он производит весьма положительное впечатление. Возможность поверхностного моделирования позволяет проектировать внутреннюю облицовку из пластика визуально приятную и технологически выполнимую. Таким образом, с помощью *Autodesk Inventor* я решаю целый комплекс задач, в результате чего появляются современные кабины, удобные для работы и технологичные в изготовлении.

– *Главный элемент конструкции любого трактора или дорожной машины – рама. Как вы проектируете и рассчитываете рамы ваших изделий?*

– **Андрей Новоселов (А.Н.):**

Действительно, рама – это основной элемент машины, который воспринимает все нагрузки при выполнении трактором основной работы: перемещении грунта, копании траншей и т.п. Оценка прочности конструкции на этапе проектирования обеспечивает значительную экономию средств при производстве и испытаниях. Анализ таких сложных конструкций мы доверяем специалистам Южно-Уральского государственного университета (ЮУрГУ) на договорной основе. С помощью *Autodesk Inventor* я создаю трехмерные модели, которые затем и передаю для расчетов. Подготовка моделей требует знания особенностей работы как *Autodesk Inventor*, так и системы расчетов. Достаточно часто нестыковка деталей в сотые доли миллиметра, которая не сказывается на модели *Inventor*, серьезно изменяет конструкцию и модель, полученную для расчета. А как следствие – и результаты прочностного расчета.



– *Все ли расчетные задачи перекладываются на ЮУрГУ? Название “Инженерный центр” некоторым образом обязывает к самостоятельному проведению*

инженерного анализа... И как организованы работы по последовательному уточнению конструкции по результатам расчетов?

– **В.Кр.:** Большинство расчетов мы стараемся проводить самостоятельно. Сюда относятся все типовые расчеты курса “Детали машин”, расчеты по анализу динамики и определению нагрузок. Дорожная техника – всё же не самолет, и запасы прочности, которые имеются в конструкции, вполне достаточны. Поэтому ЮУрГУ выполняет для нас фактически проверочный расчет, подтверждающий наши конструктивные решения. Необходимости в многоитерационных расчетах и оптимизации конструкции у нас пока не возникало.

– В 2008 году, в рамках национального проекта “Образование”, у ваших партнеров в ЮУрГУ был установлен суперкомпьютер “СКИФ-Урал” производительностью 12 TFLOPS. Планируете ли вы, в этой связи, проведение междисциплинарных расчетов ваших конструкций в полном объеме, включая своеобразные краш-тесты – расчеты необратимых деформаций и разрушения машин в процессе движения и под действием внешних воздействий?

– **В.Кр.:** Такой возможностью мы пока не пользовались. Спасибо за идею!

– Инженерная деятельность вашего центра хорошо ложится на технологию цифровых прототипов (ЦП) Autodesk, в рамках которой эта компания способна обеспечить вас всеми необходимыми инструментами для проектирования, расчетов, симуляции и виртуальных испытаний ваших изделий без необходимости изготовления их физических образцов. Внедрили ли вы у себя ЦП?

– **А.Г.:** Мы ознакомились с этой технологией на Autodesk User Days. Она достаточно интересна, но пока мы относимся к ней скорее как к концепции. Вряд ли продукты одного разработчика могут охватить всё многообразие конструкций, применяемых подходов и методов конструирования. В качестве примера сошлось на наш опыт. Мы до сих пор используем программу расчета и анализа размерных цепей, разработанную еще под MS DOS на основе методик одной из кафедр ЮУрГУ. Подобные расчеты пока не реализованы в других приложениях. Но я вполне допускаю, что со временем мы будем работать по технологии цифровых прототипов.

– **А.С.:** Почему бы и нет. Весь вопрос только в эффективности инвестиций.

– **В.Кр.:** Как бы то ни было, избежать этапа испытаний реальных изделий мы не сможем, так как они требуются согласно нашим стандартам.

– Понятно, что вам нет смысла самим заниматься всем, что входит в состав ваших машин, включая двигатель, гидравлику, электрику и электронику... Но покупные узлы и компоненты должны вписываться в общую компоновку, а трубопроводы, кабели и жгуты должны быть проложены в общей сборке. Как Inventor помогает справиться с этими задачами?

– **А.С.:** Большинство производителей компонентов трансмиссий, гидравлики и пр. сейчас предоставляет 3D-модели своих изделий. Это очень удобно. На этапе эскизного проектирования мы подбираем в соответствии с техническими характеристиками будущей машины комплектующие изделия, согласовываем их с фирмами-производителями и получаем трехмерные модели. В начале проектирования, когда машина существует еще только в воображении конструктора, а на экране только в виде нескольких плоскостей, осей и эскизов, эти 3D-модели “салятся” на эту нашу геометрию. Затем вырисовываются контуры рабочего оборудования, кабины. Потом всё связывается воедино рамой, прокладываются трубопроводы и электрические жгуты.

– **В.К.:** Электрик у нас очень консервативен и предпочитает старый и добрый AutoCAD и проверенные методы. Изменить человеческую психологию и привычный подход значительно труднее, чем купить новую программу...

– **Лариса Ежова:** В конструкции машин мы стараемся применять готовые гидравлические узлы. Поэтому основной задачей становится обеспечение сбалансированности всех элементов гидросистемы и её компоновка. С помощью Autodesk Inventor Professional эта задача прекрасно решается.



Конечно, идеально было бы, если бы каждый поставщик гидравлических элементов высылал нам как чертеж, так и трехмерную модель своего узла или детали. Если этого нет, то приходится вручную создавать трехмерную модель на основе габаритных чертежей.

При разработке и согласовании технического задания мы обычно указываем основные компоненты гидросистемы, такие как гидронасосы и гидроцилиндры. Поэтому ведущий конструктор уже в ходе предварительной компоновки машины может правильно разместить все основные её элементы. Я получаю такую предварительную компоновку и размещаю все остальные элементы, прокладываю гидравлические коммуникации, прорабатываю места крепления и порядок сборки.

Особенно отмечу специализированный модуль проектирования трубопроводных систем в Autodesk Inventor Professional. Все исполнительные органы погрузчика (стрела, ковш, механизм поворота рамы) приводятся в действие с помощью гидроцилиндров. Рабочая жидкость к ним подводится по гибким рукавам высокого давления. Подбор длины такого рукава – непростая задача, так как необходимо обеспечить не только подвижность соответствующего соединения, но и сохранность самого рукава, допустимые радиусы его изгиба, отсутствие контакта рукава с острыми кромками. Раньше при подборе рукава приходилось полагаться лишь на опыт конструктора, и окончательное решение этой задачи получать на опытном образце. Ошибка в определении длины приводила к необходимости повторного заказа рукава другой

длины и, как следствие, к дополнительной трате времени и средств. Сейчас, применяя модуль гидравлики, я задаю все условия и ограничения на прокладку рукава, после чего определяю его предварительную длину. Затем подбираю по каталогу максимально близкий по длине рукав и использую его в конструкции. Впервые такой метод я применила при создании погрузчика ПК-46, и он вполне оправдал себя. Испытания опытного образца показали, что длина всех рукавов подобрана правильно и не требует изменения.

– Сегодня от конструкторов мы часто слышим, что при наличии 3D-модели создание чертежей стало во многом механистическим занятием, трудоемким и отвлекающим от технических и творческих задач. Зачем же всё-таки нужен чертеж, почему нельзя обойтись без него?

– А.С.: В том, что касается узлов механической сборки и сварки, наличие чертежа во многом можно считать анахронизмом. Но в отношении чертежей деталей, особенно получаемых многооперационной обработкой – поковка (литье)-механообработка-термообработка, я не представляю, как обойтись без рабочего чертежа. Даже не принимая во внимание отсутствие полной сквозной автоматизации – от процесса проектирования до контроля готового изделия. Возможно, когда-нибудь это будет достигнуто. Впрочем, уже сейчас есть определенные группы деталей, для которых можно не делать чертежей. Например, детали, получаемые лазерной или газовой автоматической резкой. Ведь для чего нужен чертеж? Для изготовления и контроля изделия. Если изделие изготавливается на автоматическом оборудовании по управляющей программе, и его соответствие конструкторским требованиям обеспечивается этим оборудованием, то создание чертежа в любом виде, электронном или бумажном, это совершенно лишний промежуточный этап.

В моей практике было несколько случаев, когда приходилось менять конфигурацию детали для того, чтобы сделать чертеж. Непонятно было, как показать и измерить некоторые элементы, или же чертеж излишне усложнялся, хотя на 3D-модели всё было ясно. В первую очередь это касается сложных деталей типа корпусов, элементов наружной облицовки.

– Сергей Косарев: Объемное проектирование, как бы оно ни ускоряло процесс принятия технических решений, не способно заменить разработку конструкторской документации (КД) по двум причинам:

- во-первых, на сегодняшний день КД по сути – это информация по изготовлению и контролю изделия, изложенная на материальном носителе, и она имеет форму приказа для производственного персонала, включая технологов, снабженцев, нормативщиков, работников технического контроля и т.д., что удостоверяется соответствующими подписями;

- во-вторых, материальная база производства, я имею в виду машиностроение, не готова к работе с



виртуальными моделями. Не представляю, каким образом, минуя технолога, снабженца, самого станочника, “объяснить” обычному сверлильному станку без ЧПУ, что в такой-то планке нужно просверлить такое-то отверстие...

Мнение о том, что разработка КД стала рутинной работой – это мнение дилетанта, который знает, что конструкторский документ нужен, а зачем он нужен – не понимает.

– А.Г.: Дискуссия о чертежах периодически возникает и у нас. Однако обойтись без чертежей в настоящий момент вряд ли возможно. Их язык является тем универсальным техническим языком, который однозначно понимается и интерпретируется нашими поставщиками и заказчиками. Мы не можем от него полностью отказаться, но можем дополнять чертеж какой-либо информацией. Например, помещаем на него рисунок детали, созданный на основе трехмерной модели, для облегчения понимания чертежей сложных корпусных деталей. Коллеги подметили, что при сборке машины рабочие с большим удовольствием пользуются каталогом запасных частей, в котором в объеме изображены разобранные узлы, чем сборочным чертежом. И сейчас мы раздумываем, не стоит ли помещать такую картинку и на самом сборочном чертеже...

Можно, конечно, перейти и на обмен трехмерными моделями. Но в этом случае мы были бы вынуждены договариваться о стандарте обмена информацией в каждом договоре и с каждым заказчиком. Пока мы не готовы взять на себя функции Госстандарта.

– Татьяна Кашигина: *Auto-desk Inventor* оказывает неоценимую помощь при разработке чертежей литых корпусных деталей. Обычно такие детали очень сложные, имеют множество поверхностей переходов и отверстий. Чертеж включает большое количество разрезов, видов, обозначений и очень труден для восприятия. Для ускорения работы по созданию такого чертежа я подготавливаю в *Inventor* модель детали и получаю все необходимые виды, разрезы и сечения. А для облегчения понимания чертежа и правильного представления технологом конструкции помещаю на чертеж изометрическую проекцию детали. Такой рисунок на чертеже стал фактически стандартом для нашего предприятия, и мы избавились от вопросов технологических служб наших заказчиков, касающихся конструкции подобных деталей.



– В каком виде результаты вашего труда передаются заказчику? Отдаете ли вы ему 3D-модели? Проходите ли вы процедуру сдачи разработанной КД в архив предприятия-заказчика? Мировой опыт свидетельствует, что если на этапе технологической подготовки производства (проектирование техпроцессов, оснастки и инструмента, нормирование и пр.) осуществляется повторный ввод данных об изделии и его составляющих,

то ошибок и брака не избежать. Следовательно, расходы на освоение нового изделия возрастают, а сроки вывода на рынок удлиняются. Как вы в этом смысле, т.е. информационно, взаимодействуете с заводом-изготовителем?

– **В.Ш.:** Мы имеем свою информационную систему и передаем заказчику только готовые чертежи на бумаге или на электронном носителе. В последнем случае мы подготавливаем их в общедоступном, неизменяемом формате *PDF*. Если необходимо, можем передать и объемные рисунки в виде отдельных *JPG*-файлов, ведомости покупных узлов и деталей в виде *XLS*. Передача исходных *3D*-моделей и чертежей – очень тонкий момент, связанный с интеллектуальной собственностью. Модели и чертежи фактически являются тем нашим капиталом, который позволяет зарабатывать деньги и развиваться. Вряд ли мы согласимся передать этот капитал другой компании.

– **А.Г.:** Согласен, что отсутствие единой информационной системы задерживает выход продукта на рынок. Думаю, что технически эта проблема вполне разрешима. И наша фирма способна взять на себя дополнительные функции по проектированию, подготовке данных и т.п. Но здесь уже вопрос доверия, прав собственности, желания заказчика. И, кроме того, если взять на себя функции проектирования техпроцессов, оснастки и инструмента, нормирования, то тогда уже и до собственно производства недалеко...

– *Учитываются ли в процессе создания новой техники технологические возможности и ограничения завода-изготовителя?*

– **А.С.:** Конечно, мы это учитываем. Но в большинстве случаев это не может быть критическим ограничением, ведущим к ухудшению конструкции. В наше время глобальной интеграции сделать можно практически всё. То, что нельзя сделать на одном заводе, можно изготовить на другом или даже приобрести у компании, которая делает это лучше всех в мире.

– **В.Кр.:** КД разрабатывается под заказчика, под возможности его производства. Для этого мы предварительно всегда знакомимся с производственными возможностями заказчика. Стараемся сделать конструкцию максимально технологичной с его точки зрения. На наш взгляд, производитель не должен делать машину полностью самостоятельно, начиная от выплавки стали и заканчивая конечной сборкой. Есть множество компаний, которые делают это

лучше. Следовательно, надо взять это лучшее, добавить к нему то, что ты умеешь делать лучше остальных и получить новый продукт. Например, “ЧТЗ-Уралтрак” обладает уникальным оборудованием, позволяющим вести обработку больших конструкций типа рамы погрузчика в сборе. Поэтому, проектируя соответствующий узел, мы заранее учитывали эту возможность. Другой пример: тот же ЧТЗ имеет всё необходимое оборудование для производства мостов и коробок передач. Но стóит ли их конструировать и производить, если при планируемом объеме выпуска их стоимость будет сопоставима со стоимостью продукции бельгийских и немецких фирм?

– *Каковы сегодняшние амбиции предприятия на внутреннем и внешнем рынках? Как обстоит дело с конкуренцией?*

– **В.К.:** С амбициями всегда сложно, а с финансами еще сложнее. Первое частенько мешает работе, а второго всегда не хватает... Давайте говорить о наших намерениях и желаниях. Что касается конкуренции... Существуют специализированные проектные фирмы, которые занимаются проектированием и разработкой в области машиностроения. Но мы пока не сталкивались со специализирующимися на разработке новых машин. С этой точки зрения конкурентов я не вижу. С другой стороны, практически на каждом машиностроительном предприятии существует свой отдел или служба главного конструктора. Вот они и есть наши конкуренты.

Наша самостоятельность с одной стороны дает нам возможность широкого маневра в создании новой конструкции, с другой – накладывает большую ответственность. В случае ошибки уже не отделаешься тем, что спрячешься за “производственный брак” и опустишь глаза перед начальником – мол, так получилось... Придется расплачиваться реальными деньгами из своей зарплаты.

С заказами тоже не всё просто. Каждый заказ – это баланс опыта, объема работ, сроков, финансирования и т.п. Приходится искать оптимальный вариант. С одной стороны мы выполняем текущие заказы, с другой – постоянно работаем на перспективу. С одной стороны, от некоторых заказов мы вынуждены отказываться, потому что это не наш профиль или же мы видим, что не уложимся в приемлемые сроки. С другой стороны – не все наши перспективные разработки находят спрос.

Не секрет, что качество наших дорог, мягко, скажем, отстает от европейских. При этом сравните количество наименований дорожной техники, которое производится в России и в странах Евросоюза. Соотношение тоже явно не в нашу пользу. В нашей стране, например, не производятся внедорожные самосвалы, которые мы готовы разработать. И мы верим в перспективность этой продукции, потому что её нет на рынке. Но наши предложения пока не находят спроса, потому что



ПК46. Модель



ПК46. Серийный образец

производители не видят этой техники на рынке. А создавать рынок – это большие вложения, на которые мало кто готов идти. Это как в известном анекдоте про двух торговых агентов в Африке: оптимист верит в большие продажи, потому что там никто не носит обуви, а пессимист на том же основании думает наоборот.

Или возьмем коммунальную технику, технику для обслуживания и содержания дорог... Наша мэрия недавно приобрела машины для уборки улиц – такие большие пылесосы на колесах, по-моему, фирмы *Faun*. Поверьте, что мы можем сделать не хуже.

Вы знаете итальянскую компанию *Pininfarina*, которая занимается разработкой и совершенствованием конструкций и дизайна автомобилей по заказам других автопроизводителей? Хотелось бы оставаться оптимистом и видеть нашу фирму в качестве подобного эксперта в области дорожной техники.

– Приобрели ли вы платную подписку Autodesk на обновление и поддержку своего ПО? Во что это вам обходится?

В.К.: Да, мы имеем платную подписку на обновления на продукты *Autodesk* и некоторых других фирм. Прайс стандартный для всех, скидок мы не получаем. По моему мнению, подписка – достаточно дорогое удовольствие, но для нас она очень важна. В этом году, несмотря на наличие заказов, финансовый режим у нас очень жесткий. Наши заказчики испытывают последствия мирового кризиса и снижения спроса, вынужденно задерживают платежи. Возможно, что платежи за обновления, которые мы должны выплатить в этом году, мы перенесем на следующий...

– Сложилась ли у вас какая-то система перехода на новые версии продуктов Autodesk?

А.Г.: Один проект по разработке новой конструкции машины – это год-два работы. Коней на переправе не меняют. Смена версии может быть связана с изменением технологии работы, необходимостью обновления “железа” и может привести к срыву сроков выполнения заказа. Поэтому мы достаточно взвешенно подходим к обновлению ПО. К примеру, с версии *Autodesk Inventor 9* на версию *10* мы перешли легко. Труднее дался переход на версию *11* – и не только из-за того, что у нас уже накопилось достаточно большой объем данных. Нам потребовалось заменить часть компьютеров. Кроме того, начиная с 11-й версии, компания *Autodesk* объявила о прекращении развития технологии *Share project*, которую мы использовали, и нам потребовалось дополнительное время для изучения возможных вариантов работы.

По моему мнению, два года – это нормальный срок для сохранения версии. С одной стороны, можно без спешки подготовиться к смене, с другой – это позволяет пользователям изучить все особенности ПО и получить максимальную отдачу. Ежегодный выпуск новых версий – это, на мой взгляд, больше маркетинговый ход.

– Кто помогает вам внедрять ПО, то есть выступает в роли системного интегратора? Удовлетворены ли вы его работой?

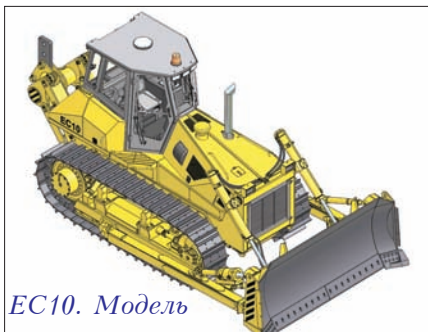
В.К.: Мы не пользовались услугами интегратора. У нас есть поставщик ПО, который обеспечивает нам поставку новых версий и небольшую техподдержку. Мы пользуемся консультациями хорошего специалиста по *CAD/CAM/PLM*, который работает у нас по договору. Если нужно, можем привлечь дополнительных консультантов.

– Вашим сотрудникам пришлось изучать Inventor самостоятельно или для них были организованы курсы обучения? Кто и как обеспечивал этот процесс? Насколько ваши конструкторы оказались готовы к работе с новыми системами? Пришлось ли преодолевать инерцию или, наоборот, сдерживать энтузиазм?

В.К.: Никаких специальных курсов мы не организовывали. Но мы предоставляем своим сотрудникам возможность посещать различные выставки, семинары *Autodesk* и других компаний, чтобы знакомиться с новыми продуктами и технологиями. Если нужно, даем человеку время на освоение новой программы, но стараемся совместить это освоение с текущими задачами того или иного проекта.

А.С.: Как я уже говорил, все мои коллеги изучали *Inventor* самостоятельно, либо с помощью других, более опытных сотрудников. Здесь наблюдается любопытный парадокс. Людям, имеющим за плечами огромный опыт конструкторской работы, но работающим с САПР сравнительно недавно, освоение системы *Inventor* дается непросто, хотя она реально может поднять их работу на новый уровень. Молодежь же, начавшая общение с компьютером еще в институте, всё схватывает буквально на лету. Однако при отсутствии опыта и знания технологии, их буйная фантазия в совокупности с обширными возможностями *Inventor* приводят, я бы сказал, к перегибам. В нашей среде даже появилось такое выражение для таких специалистов – “дети Инвентора”.

А.Г.: Мы рассматривали содержание предлагаемых курсов обучения. Фактически все они повторяют брошюру “Основы проектирования в *Autodesk Inventor*”, которая входит в поставку ПО и подробно описывает все шаги для выполнения того или иного действия. Похожую информацию можно почерпнуть на проводимых периодически “*Autodesk training day*” и в брошюре “Ознакомительный практический курс *Autodesk Inventor*”. Поэтому



EC10. Модель



EC10. Испытания

я не вижу смысла тратить дополнительные средства на обучение основам работы. Однако, с точки зрения освоения новых возможностей очередной версии ПО, было бы желательно получать от Autodesk пособие типа “Обновление Autodesk Inventor и новые возможности”, в котором бы описывались все отличия и нововведения по сравнению с предыдущей версией, давались бы примеры использования новых функций.

А вот нужных нам курсов по эффективному применению Autodesk Inventor для решения конструкторских задач мы пока не нашли. Видимо их просто не существует. В настоящее время мы пришли к выводу, что необходимо организовать и проводить внутренние семинары или показы, на которых бы конструкторы по очереди делились своим опытом работы, обсуждали имеющиеся проблемы. С одной стороны, это позволит всем осваивать опыт коллег, с другой – даст толчок к изучению новых возможностей. Пока мы планируем попробовать провести такие семинары в рамках подготовки к смене версий Autodesk Inventor.

– *Какие решения вы используете или планируете использовать для хранения электронных документов и моделей, для управления проектами, документооборотом и вообще данными об изделии? Актуален ли для вашего центра вопрос освоения, внедрения и применения PDM-систем?*

– **А.Г.:** И да, и нет. Для организации и хранения электронных документов, управления данными об изделии мы используем систему одного из российских партнеров компании Autodesk, которая интегрируется с её ПО. Мы стали применять её фактически с первых дней работы. Наша PDM-система позволяет получать различные ведомости и спецификации и полностью соответствует требованиям российских стандартов с точки зрения оформления документов, организации их хранения и документооборота.

Надо сказать, вопрос управления проектом и организации документооборота для нас остро не стоит, потому что коллектив наш невелик, да и документооборот минимален. А вот вопрос организации хранения и управления накопленными нами 3D-моделями достаточно актуален. Ранее мы использовали технологию работы на основе Share project (при этом все данные размещаются на общих сетевых дисках), но по мере роста наших проектов столкнулись с её ограничениями. Да и в новых версиях Autodesk Inventor данная технология не поддерживается, хотя и сохраняется для совместимости с предыдущими проектами.

Если при организации работы с файлами чертежей AutoCAD мы придерживались единых правил и стандартов, предлагаемых нам PDM-системой, то правила

нашей работы с 3D-моделями менялись от проекта к проекту – по мере увеличения сложности проектов и изменения технологии работ. Поэтому, привести их к единому виду и поместить в какую-либо PDM-систему – задача достаточно сложная. Более года назад мы начали рассматривать в этом аспекте возможности предлагаемой Autodesk системы Vault.

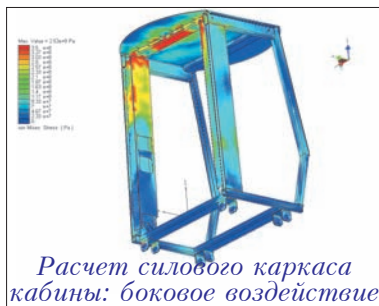
– *Какова очевидная (прямая и косвенная) выгода от применения инструментов САПР в вашем центре? Не могли бы Вы сформулировать основные преимущества, которые получила компания благодаря внедрению решений именно от Autodesk?*

– **В.К.:** Практически невозможно строго ответить на этот вопрос. Для того, что бы оценить выгоду, надо иметь какую-то базу для сравнения. Но наша фирма не имела опыта работы без продуктов Autodesk. Поэтому все рассуждения о выгоде, эффективности и экономических показателях базируются только на опыте работы наших специалистов на других предприятиях. Вряд ли тут возможно корректное сравнение. Правильнее сказать, что современные инструменты САПР от Autodesk позволили нам занять свое место на рынке и с оптимизмом смотреть в будущее.

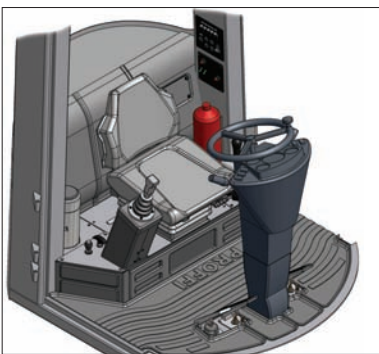
– **В.Ш.:** Я много лет проработал на заводе, занимался разработкой бульдозеров и автогрейдеров. Мне есть, что и с чем сравнивать. Поэтому могу смело сказать, что, по моему мнению, компьютер никогда не заменит человека. Человеческая интуиция и предвидение, знания и опыт, идеи и смелость всегда лежали и будут лежать в основе любой конструкции. Но компьютер, оснащенный таким ПО, как Autodesk Inventor, может оказать неоценимую помощь человеку, расширив его возможности и сократив время достижения цели.

По-моему, наиболее показательным является пример разработки и подготовки руководства по технической эксплуатации и каталога запасных частей и деталей. Раньше над этими документами трудилась целая группа специалистов, а разработка каталога занимала около года. Завод уже выпускал машину, а мы еще только заканчивали формирование каталога. В результате он появлялся у покупателей с опозданием на год-два. Сейчас конструктор, имея все объемные модели узлов, одновременно с выпуском чертежей подготавливает и рисунки для каталога, которые затем в течение недели собираются в виде брошюры. Мы получаем каталог раньше, чем заканчивается сборка опытного образца.

– **А.С.:** Я уже неоднократно говорил о преимуществах применения САПР в конструкторской деятельности. Повторю основные из них:



Расчет силового каркаса кабины: боковое воздействие



Рабочее место оператора



Кабина погрузчика

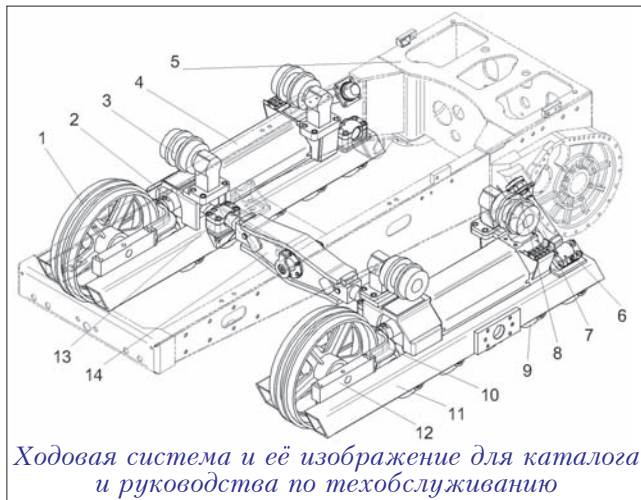
- значительное повышение производительности конструкторской работы;
- уменьшение количества ошибок;
- возможность проработки большего количества вариантов конструкции и выбора наиболее оптимального из них;
- уменьшение количества рутинных операций;
- повышение эффективности групповой работы над проектом;
- возможность быстрой визуализации изделия на этапе эскизного проектирования;
- комплексное решение вопросов компоновки, проведения кинематических, прочностных расчетов;
- получение 3D-моделей, которые могут быть использованы для дальнейших этапов жизненного цикла изделия.

Что касается использования САПР именно от *Autodesk*, могу сказать следующее. Во-первых, мы не пользовались другими системами, поэтому сравнивать не с чем. Во-вторых, если с помощью программных продуктов *Autodesk* мы решаем 80% своих проблем, то есть ли смысл предполагать, что какие-то другие программы решат их на 99.9%? В этом плане я – сторонник правила Паретто (так называемая пропорция “80:20” в разных интерпретациях. – *Прим. ред.*). В-третьих, тут уже всё знакомо и привычно.

– Для западных компаний важнейшими критериями эффективности инвестиций являются ускорение выхода продукта на рынок и быстрота возврата инвестиций. Насколько это актуально для вас?

– **В.К.:** Актуально, но, наверное, не так прямо, как вы преподнесите. Мы не создаем продукт для конечного потребителя, но наши возможности по созданию новых машин позволят нашим заказчикам сократить сроки выхода на рынок машины для конечного потребителя.

– **А.С.:** Я думаю, это мировой закон. Инвестиции, в широком смысле, должны быть эффективными – касается



ли это промышленности, образования или благотворительности, западных компаний, китайских или российских.

– *Дайте, пожалуйста, совет тем, кто только размышляет об автоматизации проектных работ и управления инженерными данными, на что следует обратить особое внимание.*

– **В.К.:** Трудно дать какой-то совет, подходящий всем. Каждая компания имеет свои особенности, преимущества и недостатки, которые надо учитывать. На нашей маленькой фирме большую роль играют отношения и взаимная ответственность сотрудников. Если фирма разрастается, то вместо отношений начинают работать процессы. Построение эффективных процессов – это и есть основная, и достаточно сложная задача руководства.

Я бы дал достаточно банальный совет: определить ту цель, которой хочет достичь предприятие, разбить путь к ней на отдельные шаги и последовательно продвигаться от этапа к этапу.

– **А.С.:** Прежде всего, должен применяться комплексный подход в решении этих задач. Иначе потом будет достаточно сложно что-либо исправить.

– **А.Г.:** Лет 10 назад работники одного из периферийных заводов демонстрировали мне чертежи, сделанные ими в *MS Excel*. Думаю, таких примеров сейчас уже не осталось.

Скорее всего, сейчас надо не размышлять об автоматизации проектных работ – это уже аксиома, а надо думать о повышении эффективности этой автоматизации. А это уже в большей степени организационный вопрос, включающий в себя подбор и обучение людей, грамотную организацию процесса проектирования, подготовку внутренних стандартов для работы с данными, организацию сопровождения ПО.

– Какова роль высшего руководства компании в реализации проектов автоматизации масштаба и уровня предприятия?

– **В.К.:** Руководство, по меньшей мере, принимает решение и выделяет деньги. 😊

– Как бы вы сформулировали пресловутую формулу успеха вашего предприятия?

– **В.К.:** Почему-то мне вспоминается популярный фильм Марка Захарова “Формула любви”, где граф Калиостро старается её вывести... 😊

Я думаю, что наш успех определяется сочетанием знаний наших специалистов с современными инструментами, помноженным на желание создавать инновационные конструкции.

– Каковы ваши планы дальнейшего сотрудничества с Autodesk?

– **В.К.:** Могу сказать, что мы планируем продолжать использовать продукты *Autodesk* и надеемся еще раз занять место на обложке. 🧑🏻‍🔧