



Прямо в яблочко

Почему ЦНИИТОЧМАШ
выбрал КОМПАС-3D для
проектирования вооружений

Текст:
Екатерина Мошкина
Иллюстрации предоставлены
ЦНИИТОЧМАШ

Вот парадокс: в том, что главное оружие человека — интеллект, легче всего убедиться, когда видишь, как создается вооружение... Подмосковный город Климовск легко может оспорить звание «кузницы русского оружия» у Тулы. Только это, пожалуй, еще и кузница инженерных идей. Именно здесь расположен Центральный научно-исследовательский институт точного машиностроения, где придумывают, конструируют, совершенствуют и испытывают десятки видов вооружений: стрелковое оружие и боеприпасы, полную боевую экипировку военнослужащих, минометные и артиллерийские системы, тренажеры-имитаторы, аппаратуру наведения высокоточного оружия... «Стремление» отправилось в ЦНИИТОЧМАШ, чтобы узнать, почему патрон важнее винтовки, как КОМПАС-3D облегчает жизнь изобретателям и что же такое импортозамещение с головы до пят.

Интересный факт

Пулемет Калашникова имеет сменный ствол — после некоторого количества выстрелов ствол разогревается, теряются баллистические характеристики, его надо менять.

В ЦНИИТОЧМАШ ПК был доработан до пулемета «Печенег»: ствол у него всего один на весь срок службы.



боеприпасов: например, повысить бронейность патронов или эффективность стрелкового оружия в условиях затрудненной видимости, разработать патроны для образцов специального оружия — подводного, бесшумного, антитеррористического. Кроме того, институт всегда славился тем, что здесь выпускались комплексы вооружений — патрон плюс оружие. Спецобразцы «Вал», «Винторез», пистолеты СР-1, СР-2, пулемет «Печенег» — все они разрабатывались каждый под свой патрон.

Продолжением вооружения является экипировка. Обыватель ошибается, полагая, что главная ее составляющая — одежда. Экипировка является высокотехнологичным и концептуально продуманным комплексом средств, необходимых для ведения боя и сохранения жизни бойца. ЦНИИТОЧМАШ разрабатывает функционально и конструктивно связанные между собой системы поражения, защиты, управления, жизне- и энергообеспечения: это и снаряжение, и средства навигации или предупреждения об опасности, и источники электропитания, и продовольствие, и, конечно, само стрелковое оружие, устройства прицеливания, гранатометные и огнеметные средства.

Сегодня институт является лидером в отрасли по разработке экипировки военнослужащего. В 2014 году были успешно завершены государственные испытания боевой экипировки «Ратник», так называемого «комплекта солдата будущего», главным разработчиком которого выступил ЦНИИТОЧМАШ.

Денис Богданов, руководитель службы АСУ ЦНИИТОЧМАШ: «Одним из наиболее



ЦНИИТОЧМАШ — ведущее российское предприятие по разработке перспективных видов боевого вооружения. И речь идет не только о патронах, стрелковом и артиллерийском оружии или экипировке. Здесь рождаются целые программы вооружений, к реализации которых подключаются все отделы института, а затем и другие предприятия.

Разработка любого стрелкового оружия начинается с патрона, именно он задает тон (неудивительно, что слово патрон используется еще и для обозначения начальника, хозяина!).

Изделие небольшое, но мало кто задумывается, чего стоит изготовить патрон. Технологи ЦНИИТОЧМАШ — а над патронами работают в основном технологи — решают самые разные задачи по совершенствованию





Экипировка является высоко-технологичным и концептуально продуманным комплексом средств, необходимых для ведения боя и сохранения жизни бойца

приоритетных для нашего института направлений является работа над боевой экипировкой второго поколения «Ратник». Всего в экипировке российского военнослужащего насчитывается более 70 элементов, которые взаимосвязаны и дополняют друг друга конструктивно и функционально, обеспечивая максимальную эффективность выполнения боевых задач. «Ратник» — это пример полного импортозамещения, здесь все, от электроники до одежды, придумано, спроектировано и сделано на территории России».

Одним из передовых в ЦНИИТОЧМАШ считается артиллерийское направление. 25-й отдел института разрабатывает и производит управляемое артиллерийское вооружение и системы защиты от высокоточного оружия. «Знамя» отдела — система Нона, сочетающая в себе особенности гаубицы и миномета, а одна из последних знаковых разработок — установка Нона-М1, казnozарядный миномет, ориентированный на широчайшую номенклатуру боеприпасов. Вот сейчас отдел занимается созданием перспективной артиллерийской установки нового поколения, о которой мы, конечно, не расскажем.

В институте разрабатываются и стрелковые тренажеры для обучения и тренировок, в том числе стрельбе из оружия, созданного другими предприятиями. Тренажеры уникальны тем, что моделируют все процессы, происходящие во время выстрела — отдача, движение затворной рамы, летящие гильзы. После него реальная стрельба на полигоне не вызывает у бойца страха или каких-либо технических проблем. Кроме того, на тренажере отображаются все ошибки, допущенные стрелком. Создание такой техники возможно только благодаря огромной научной базе и опыту специалистов ЦНИИТОЧМАШ, которые с этим оружием работают, которые выдвигали к нему требования.

У ЦНИИТОЧМАШ есть еще одна важная особенность. На базе института создан Государственный демонстрационно-испытательный центр, где тестирование проходят опытные и серийные образцы боевого, служебного и гражданского стрелкового оружия и патронов. Полигон располагает ресурсами для климатических, виброударных, акустических, электромагнитных, термовакуумных испытаний. Та же экипировка «Ратник» была испытана в центре на реальных бойцах, с которых по ходу тестирования снимали медицинские показания. Вся эта мощная научно-техническая база используется не только для разработок самого ЦНИИТОЧМАШ — на испытания и сертификацию приезжают российские предприятия-производители оружия и боеприпасов, свои испытания дронов здесь даже проводил Фонд перспективных исследований.

Такое многообразие действительно прогрессивных технологий, над которыми годами работают лучшие инженерные умы, впечатляет. И этот эффект усиливается, когда понимаешь, что и артиллерийские системы, и специальное и общевойсковое стрелковое оружие, и экипировка «Ратник» конструируются сегодня в системе КОМПАС. О том, как создается вы-

О предприятии



Центральный научно-исследовательский институт точного машиностроения ведет свою историю с 1944 года. Сегодня в состав ЦНИИТОЧМАШ входят научно-исследовательские, конструкторские, производственные подразделения и отраслевая испытательная база. Институт известен своими разработками массовых видов вооружения и военной техники для различных родов войск — при головной роли ЦНИИТОЧМАШ разработаны, освоены в серийном производстве и переданы на вооружение и снабже-

ние СВ, ВДВ, ВВС, ВМФ и специальных подразделений правоохранительных органов более 120 образцов и комплексов стрелкового, артиллерийского, противотанкового вооружения, боевых технических средств и патронов различного типа. Институт входит в Корпорацию «Ростех», работает в кооперации с Ижевским оружейным заводом, Тульским патронным и Тульским оружейным заводами, «Мотовилихинскими заводами», Заводом им. В. А. Дегтярева (Ковров) и другими предприятиями.



В 3D-модели плотность переплетения кабелей, которые мы используем, такова, что, кажется, машина может обойтись и вовсе без брони

сокотехнологичное оружие, мы поговорили с ведущим инженером-разработчиком отдела артиллерийских разработок ЦНИИТОЧМАШ Дмитрием Мелиховым.

Дмитрий Мелихов: «Сегодня технологии изготовления и проектирования артиллерийских систем уже не те, что были несколько десятилетий назад. Техника роботизируется, все стремятся к сокращению габаритов массы и стоимости машины. Меняются подходы к проектированию самих орудий. Если раньше боевое отделение проектировалось, исходя из конструкции орудия, то теперь орудия разрабатываются в контексте применения в конкретном боевом отделении, а это накладывает свои ограничения.

Другими стали и инструменты проектирования. Раньше инженер-компоновщик рисовал ворох калек (процесс сродни работе со слоями в фотолитографии), на каждой отрисовывал приборы в определенном виде, масштабе. Теперь с помощью 3D можно на любом из этапов проектирования увидеть, как все будет в машине, продумать расположение органов управления, эргономику, к которой, кстати, в военной технике предъявляются очень жесткие требования. Да и вообще сложность реализации современных образцов бронетехники сегодня порой приближается к авиастроению.

Система Нона была создана в 70-х годах, тогда в башне машины содержалось порядка 10 основных электронных приборов. Следующая «реинкарнация» Ноны, самоходная гаубица/миномет Вена содержит уже до 20 основных приборов, и это исключая прицелы, командирские башенки и тому подобное, на современных самоходных артиллерийских орудиях количество приборов выросло уже до 40-50. Да что там говорить: если посмотреть на номенклатуру кабелей, которые мы используем, то плотность их переплетения такова, что, кажется, машина может обойтись и вовсе без брони! Системы навигации, связи, обеспечения стрельбы, механизмы — все это влияет на проектирование. В чертежной группе на изделие порой может доходить до 700 чертежей. Создавать такую технику в сжатые сроки без 3D-инструмента просто невозможно. И мы работаем в КОМПАС-3D.

Над большими сборками наши инженеры сейчас трудятся не обособленно, а коллективно, в контексте всей машины, используя среди прочего и компоновочную геометрию в КОМПАС-3D. Наше изделие состоит из ~8000 деталей вместе с крепежными элементами — держать такие вещи в памяти компьютера сложно. Конструктор получает габариты, присоединительные места, создается компоновочная геометрия. Особенно это актуально, когда над изделием работает более трех человек — у кого-то редукторы, у кого-то металлоконструкции, у кого-то пространственные механизмы, и все это надо втиснуть в ограниченные объемы. Тогда возможность использовать компоновочную геометрию выходит на первое место.

Еще один момент — требования к точности проектирования. Когда-то на Волгоградском тракторном заводе нам говорили, что минимальные зазоры в машине при размещении разнотипных механизмов должны быть не менее 10 мм, потому что на производстве сложно обеспечить стыковку ближе — начинается брак. Сейчас, работая в 3D, мы делаем настолько плотную набивку в приборном комплексе, что на стенках той же башни буквально нет живого места.

Дмитрий Мелихов:

«Человек должен видеть в своей профессии смысл»

Когда вы покупаете, предположим, бритву, вас не интересует, кто и как эту бритву разрабатывал. Если она не выполняет свои основные функции, то в этом виноват разработчик. В этом смысле, конечно, профессия благодарная и предполагает высокую степень ответственности, но она дает и широчайшее поле для деятельности. Причем результат твоего труда, будь то «железка» или строительный объект — это предмет материального мира, который можно увидеть, потрогать, про который ты можешь сказать: это сделал я! Это дает удовлетворение.

Когда мы делали первую крупногабаритную сварную конструкцию для одного из изделий, на чертежах все

казалось привычным. Но когда я увидел ее на стапеле, у меня был шок. Во-первых, это моя конструкция, во-вторых, ее изготовление по моим чертежам прошло без проблем, в-третьих, последующая сборка конечного изделия удалась. Этот диссонанс между собственными мыслями и воплощением задумки в реальности дает ощущение эйфории. Потом были испытания. Я думал, что что-то не учел, где-то не досчитал, что на первой серии выстрелов что-то обязательно пойдет наперекосяк, но вопреки ожиданиям изделие прошло все испытания без серьезных проблем...

При выборе профессии должна быть конечная цель, человек должен видеть смысл в своей будущей деятельности, ему должно быть интересно. Я с детства очень люблю точную механику и в старших классах школы знал, куда пойду. Окончил Тульский государственный университет, кафедру расчета и проектирования автоматических ма-



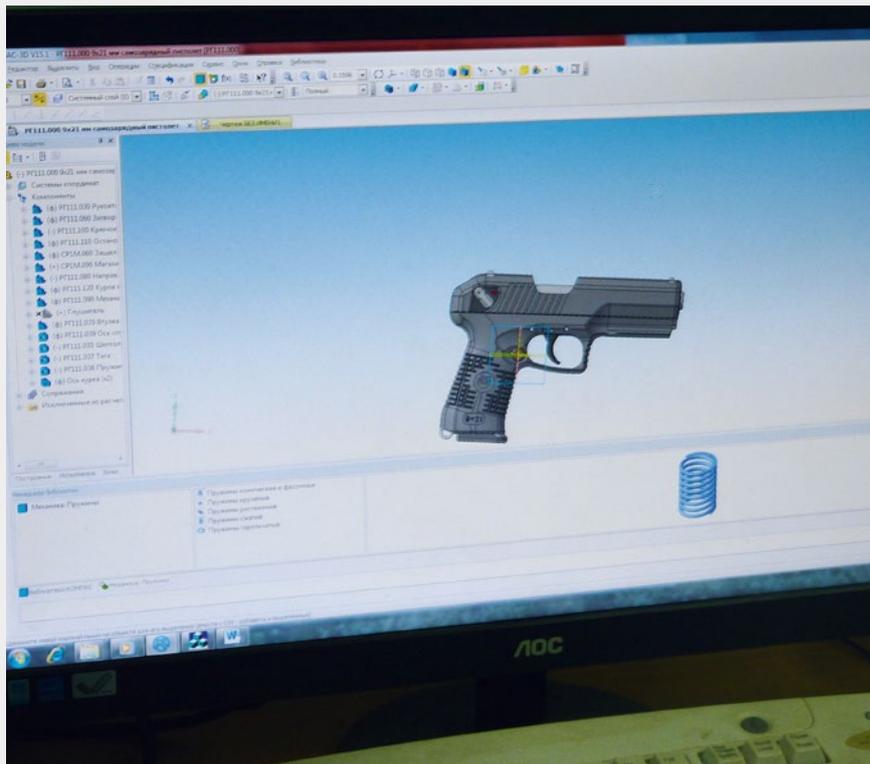
шин. Когда встречал своих одноклассников и говорил им, что я инженер и работаю на «оборонку», часто видел в глазах непонимание. Но это неважно, когда получаешь от своей работы удовольствие.



Не так давно у нас был жесткий цейтнот по сдаче опытного образца. Мы сделали 3D-сборку, получили чертежи, по ним быстро произвели сварку. И все собралось без доработок. Не обходимся мы и без приложений к КОМПАС-3D. Так, например, все наши машины оснащены пневмосистемами. Составляющие их трубки проходят по бортам, крыше машины, обходят силовые элементы. Раньше по месту прохождения пневматики просто наваривались бонки, и инженер каким-то образом пытался проложить трубки. Благодаря Трубопроводам 3D мы с первого раза можем сделать сложнейшую пневмоститему».

Жизнь 3D-модели продолжается и после завершения проектирования. Команда Дмитрия отдает в производство чертежи, документацию и 3D-модели, это упрощает для конструкторов на производстве задачу по проектированию оснастки, отработки чертежей под данное производство, а в некоторых случаях облегчается сборка изделия. Используют модели и некоторые предприятия, с которыми ЦНИИТОЧМАШ работает по кооперации, — они изготавливают сложные детали, к которым делают управляющие программы для станков с ЧПУ. Кстати, миномет Нона-М1 был сдан заказчику впервые в истории института в соответствии с ГОСТом на электронные носители — в Минобороны хранится диск с полным набором электронной документации, выполненной в системе КОМПАС-3D.





Встреча с легендой

Во время визита в ЦНИИТОЧМАШ нам повезло познакомиться с легендой отечественной оружейной школы, конструктором Петром Ивановичем Сердюковым. За 45 лет работы в институте Петр Иванович разработал более десятка уникальных образцов стрелкового оружия: среди них самозарядный пистолет СР-1 (он же пистолет Сердюкова), бесшумный автомат АС «Вал» и снайперская винтовка «Винторез».

«Стремление»: Петр Иванович, почему вы выбрали профессию инженера и что привело вас в «ЦНИИТОЧМАШ»?

П.С.: Мысль заниматься инженерной деятельностью родилась еще в школе. Когда нужно было выбирать, где продолжить обучение, оказалось, что во всех институтах надо сдавать иностранные языки. А у меня с ним было не очень хорошо. Товарищ рассказал, что в Москве есть институт, где язык не нужен, — физико-технический в Долгопрудном, и предложил поехать туда. Я сдал экзамен, но по конкурсу не прошел. На зачисление тогда приезжали представители других вузов — они забирали к себе хороших студентов. Так в 1963 году я попал в Тульский политехнический институт,

на оружейный факультет. Моей дипломной работой был проект автомата новой конструкции. После окончания института я по распределению попал в ЦНИИТОЧМАШ, в отдел, который занимался стрелковым вооружением и средствами ближнего боя общевойскового и специального назначения, где мне повезло оказаться среди помощников заслуженного изобретателя РСФСР Сергея Гавриловича Симонова (создатель самозарядного карабина Симонова — прим. ред).

«Стремление»: Как менялись со временем особенности самого процесса конструирования оружия?

П.С.: Когда в нашем распоряжении еще не было специальных программ, приходилось сидеть за кульманом и мысленно представлять, как будет выглядеть и работать изделие. Детали порой бывают очень сложные — и их нужно сначала вообразить, а потом изобразить, нарисовать. Причем сделать это так, чтобы специалисты, которые будут воплощать твою задумку, могли понять, что перед ними вообще такое. Дальше решаешь проблемы при изготовлении, сборке образцов, начинаешь их отстреливать, проверять. Работа это весьма разнообразная, ана-

литическая. Начинается она с первой линией чертежа, а завершается при согласовании изделия с заводом. Для разработки одной сложной детали на кульмане требовалось порядка месяца. Современной молодежи, пожалуй, даже предположить сложно, каким сложным мог быть этот процесс!

Первые САПР позволяли делать прописки в 2D, но нарисовать целиком даже простейшую деталь было невозможно. К тому же масштабы кульмана больше экрана монитора, поэтому на кульмане было куда удобнее один вид состыковывать с другим. И только когда появились 3D-САПР, в использовании компьютера появился смысл. Он был не только в удобном получении чертежей и документации — когда делаешь сложную деталь на кульмане, сложно представить, что происходит внутри выборки, все упирается в то, что позволяет твоя фантазия. С 3D ты можешь взять деталь, разрезать ее и посмотреть — все видно. На компьютере проектирование происходит гораздо быстрее и продуманнее, и ты можешь без особых затрат проработать целый ряд вариантов.

«Стремление»: Когда вы познакомились с КОМПАС-3D?

П.С.: Помню, как ребята из Бауманки принесли «попробовать» первый трехмерный КОМПАС, V5.11 — он показался нам очень удобным. Я использую КОМПАС уже больше 10 лет. Мне очень нравится, что документация, чертежи — все по ГОСТам. А то, бывает, смотреть противно, как в других системах сделаны цифры, стрелочки.

«Стремление»: Есть ли у проектирования стрелкового оружия какие-то инженерные тонкости?

П.С.: Когда делаешь оружие, большую роль играют массо-весовые характеристики. Раньше, чтобы определить, сколько будет весить деталь, нужно было разделить ее на мелкие кусочки — это могло занять несколько месяцев. Еще более сложное дело — момент инерции. 3D-инструмент проводит точные расчеты нажатием одной кнопки. Благодаря САПР сокращается время и в разы повышается точность.

«Стремление»: Петр Иванович, насколько новой является каждая последующая задача для изобретателя?

П.С.: Все задачи — уникальные. Но, как говорится, лучшее оружие — то, которое еще не стреляло: нарисовано все замечательно, а когда приступаешь к испытаниям, может возникнуть целый ряд проблем. Так постепенно накапливается опыт, учишься на ошибках, в памяти сохраняешь то, на чем однажды попался, ну и, конечно, когда надо, обращаешься к прошлым разработкам.

«Стремление»: Вы разработали массу уникальных конструктивных решений. Какое из них вызывает у вас особую профессиональную гордость?

П.С.: Здесь сложно говорить о гордости. Мы делаем все классно, качественно, хорошо, но гордился ли, например, профессор Гильотен своим изобретением? Конструировать оружие — это просто необходимая работа.

«Стремление»: Как начинающему специалисту стать хорошим инженером?

П.С.: К нам приходят ребята с красными дипломами, а берутся за работу — ничего не получается. Так что многое зависит от самого человека. Здесь сплести неоткуда, надо думать своей головой. Мы даем молодым сотрудникам сложные задачи, учим, помогаем пройти боевое крещение. Один парень как-то сказал мне: «Вот вы сразу дали мне делать винтовку, я ж ничего не знал, не понимал, что к чему! Но если бы не взялся — ничего бы и не получилось!». Так что надо просто брать и делать.





Перспективная цель ЦНИИТОЧМАШ — с помощью Комплекса ПО АСКОН обеспечить более грамотное управление изделием

«Помню, когда я учился в университете, отношение к КОМПАСу было как к обычной чертилке. Теперь все изменилось: если раньше наша команда использовала около 10% потенциала системы, то теперь мы выжимаем КОМПАС-3D на 80%, сразу появляется потребность и в справочниках, и приложениях, — добавляет Дмитрий Мелихов. — КОМПАС не стоял на месте, он стал инструментом, который может справиться с нашими задачами».

Спортивный интерес

Разработка спортивных патронов — особая наука! И ею ЦНИИТОЧМАШ прекрасно владеет. В 1946 году институт начал разработку первых образцов спортивных патронов 5,6 мм. Спустя шесть лет на летних Олимпийских играх в Хельсинки созданный инженерами ЦНИИТОЧМАШ патрон принес молодому стрелку Анатолию Богданову первую в истории советского стрелкового спорта золотую олимпийскую медаль! С тех пор было много побед, рекордов, медалей, завоеванных с

помощью патронов «Олимп» производства ЦНИИТОЧМАШ. Кстати, на Олимпиаде-2014 в Сочи наша сборная по биатлону тоже их использовала!

Дмитрий Мелихов: «Я и сам в прошлом спортсмен-стрелок, и могу сказать, что спортивные патроны с инженерной точки зрения — непростая вещь. Они должны обладать хорошей стабильностью начальной скорости, где-то в районе 4 м/с от выстрела к выстрелу. Чтобы добиться такого результата, нужна серьезная испытательная база. Раньше спортивный патрон был валовым продуктом, их производили крупные заводы, а для сборной выпускались мелкие серии. В ЦНИИТОЧМАШ направление по разработке спортивных патронов существует уже 55 лет. И хотя стрелковый спорт сей-

час во многом стал увлечением энтузиастов, в институте по-прежнему существует опытное мелкосерийное производство спортивных патронов. Бывает, что спортсмены-стрелки заказывают у нас патроны даже под конкретную винтовку».

Отдел спортивных патронов ЦНИИТОЧМАШ занимается совершенствованием конструкции патрона и технологии его изготовления. Сейчас ведется разработка патронов для пулевой стрельбы в закрытых помещениях и для стрельбы в зимних условиях на открытом воздухе. Кроме того, на базе испытательного центра ЦНИИТОЧМАШ проходят ежегодные соревнования по практической стрельбе, которые сборная института никогда не покидает без призов!

Взгляд извне

Павел Финогенов,

руководитель технического
отдела АСКОН-Тула

Общее количество рабочих мест, которые оснащены в ЦНИИТОЧМАШ ПО АСКОН, пока не так велико, около сотни. Но число подразделений, использующих наши продукты, немаленькое — 10-12 отделов. Наладить взаимодействие между всеми службами в единой информационной среде — интересная задача. Выстраивать процессы нужно очень аккуратно, так как одна часть информации предназначена только для пользования внутри того или иного подразделения, а другая находится в общем доступе и должна вращаться в среде инженерного документооборота предприятия.

Первоначальная и главная цель будущего проекта — внедрить методику конструкторско-технологической подготовки производства с учетом особенностей работы предприятия, но с мини-

мальными изменениями конфигурации базового ПО. Например, в большинстве случаев сотрудник технологического отдела выполняет роли технолога, нормировщика и конструктора оснастки в одном лице, да может еще и расцеховкой заниматься. Такого сотрудника нужно подготовить по нескольким продуктам и нескольким инструкциям.

Следующим этапом реализации проекта станет интеграция с системой управления производством 1С:УПП.

Одной из перспективных задач является выверка номенклатуры в 1С по материалам и покупным изделиям на основании Справочников технолога, Материалы и Сортаменты и Стандартные изделия — интерес к этой работе проявляют сотрудники отдела закупок и материального снабжения. Наименования в номенклатуре и те, что указывает разработчик в конструкторской и технологической документации, нужно привести к единому знаменателю, а затем по названиям подбирать аналоги, которые есть на складе или у поставщика (часто у разных поставщиков один и тот же материал проходит



под разными наименованиями в зависимости от партии).

Комплекс решений АСКОН закрывает задачи ЦНИИТОЧМАШ в части инженерного документооборота, а с учетом планируемой интеграции позволит предприятию добиться ускорения процесса подготовки производства.

По мнению Дениса Богданова, руководителя службы АСУ, переход на любые ИТ-инструменты должен строиться по принципу: сначала люди, потом процессы, затем технологии. «На первом этапе мы стараемся изменить отношение к проектированию, донести, что чертить от руки долго и затратно, что САПР — не прихоть, не игрушка, а необходимость, — отмечает Денис. — Лень — все-таки двигатель прогресса. Раньше при разработке изделия надо было сначала побежать на склад, чтобы понять, какой есть материал, а сделав первые чертежи, сбегать еще и на производство, чтоб там оценили и посмотрели, что к чему. Теперь все гораздо проще — ты можешь отправить модель и связанные чертежи, получить их обратно с замечаниями, если нужны корректировки. Мы вынуждены работать как одно целое — это требование времени. Когда-то в ЦНИИТОЧМАШ был замкнутый цикл: заказ формировался и появлялся на свет внутри того или иного отдела. Сейчас проект идет от конструктора на производство, потом попадает на испытание. И поэтому нам жизненно необходимо единое ИТ-пространство».

Так как конструкторы института работают над опытными образцами техники, правки в изделие вносятся часто. Изменения в деталях приводят к изменению в чертежах, и количество вариантов, особенно если изделие сложное, растет в геометрической прогрессии. Поэтому инженерным подразделениям института важно иметь оперативный доступ ко всей информации и отслеживать актуальность изменений.

Сейчас в ЦНИИТОЧМАШ проводится аудит возможностей использования систем ВЕРТИКАЛЬ и ЛОЦМАН:PLM — причем по-честному, будут вскрываться все слабые места. Растет число пользователей КОМПАС-3D: идет обучение пользователей, и системой интересуются отделы, которые занимают-



ся разработкой патронов, спецружей, спецупаковки. На обучение приходят и производственники — они готовы работать с 3D. Закуплены лицензии КОМПАС-Электрик.

Перспективная цель ЦНИИТОЧМАШ — с помощью Комплекса ПО АСКОН обеспечить более грамотное управление изделием, связать отделы между собой и с производством, организовать цифровой инженерный документооборот, чтобы полный цикл от разработки до изготовления был реализован в единой информационной системе. ▲