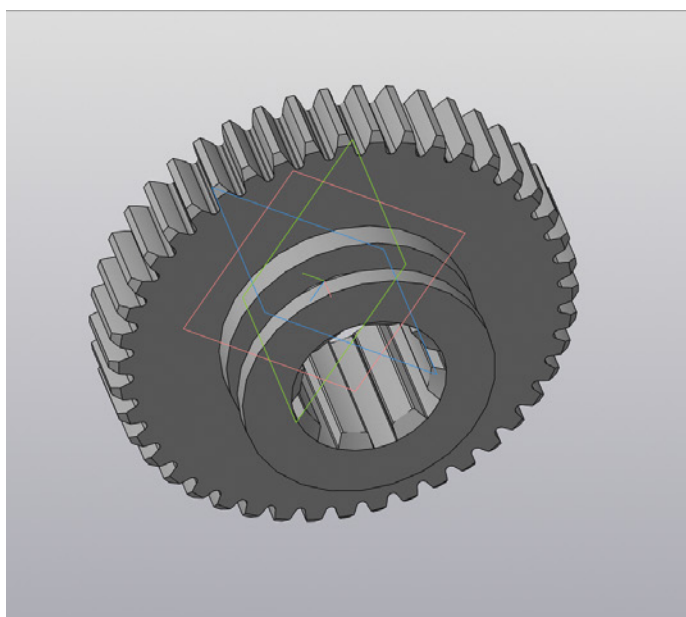
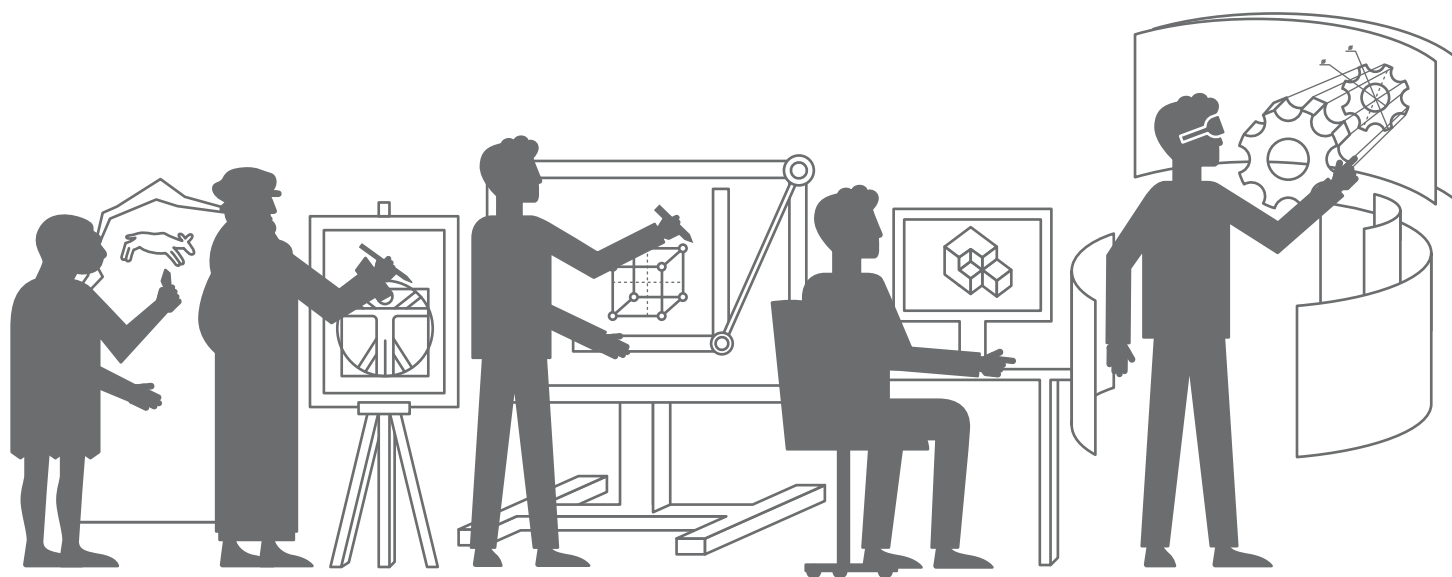


# СТРЕМЛЕНИЕ

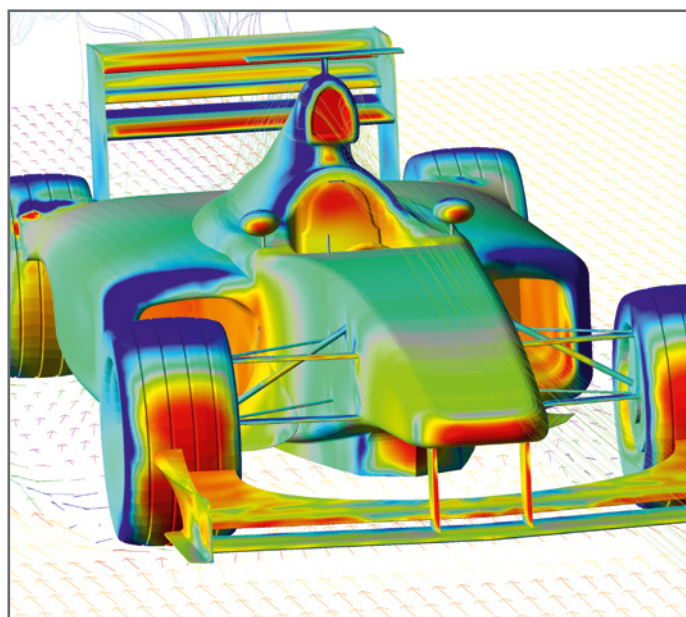
## к РазвИТИЮ

№20 сентябрь 2018  
СПЕЦВЫПУСК



**От замысла 8**  
**до изготовления**

*Сквозное решение  
консорциума «РазвИТие»*



**Цепочка 18**  
**решений**

*Интеграционные связи  
отечественной PLM-платформы*

# Содержание

## 4 Вместо обращения к читателям

4 Манифест консорциума «РазвИТие»

## 6 Объединяя лучших

6 Состав консорциума

8 Иван Трохалин. От замысла до изготовления:  
сквозное решение консорциума «РазвИТие»

18 Цепочка решений: интеграционные связи  
PLM-платформы

28 Российские PLM-системы: надежность  
и универсальность

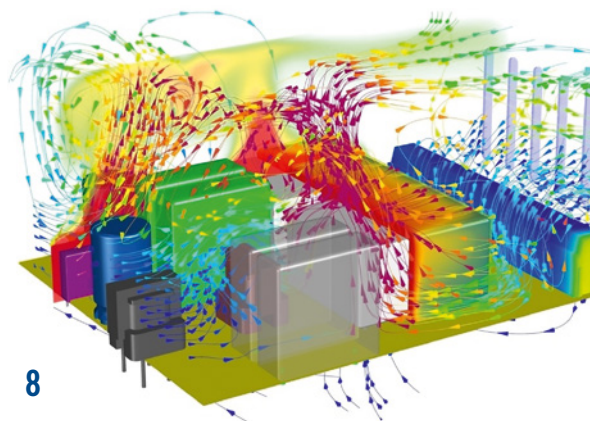
## 30 Элементы PLM-комплекса

30 Татьяна Сандалова. Новый быстрый мощный  
КОМПАС-3D

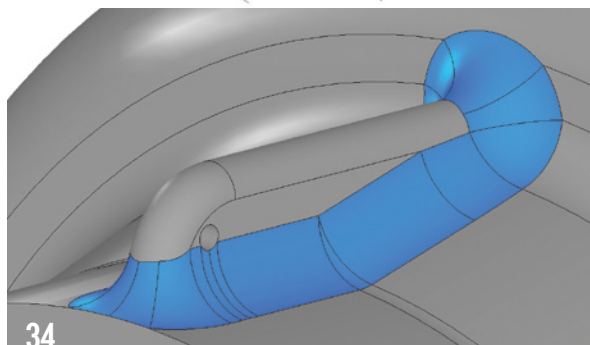
34 Олег Зыков. Они знают, из чего сделана САПР

38 Дмитрий Афонин. От управления  
несоответствиями — к управлению качеством

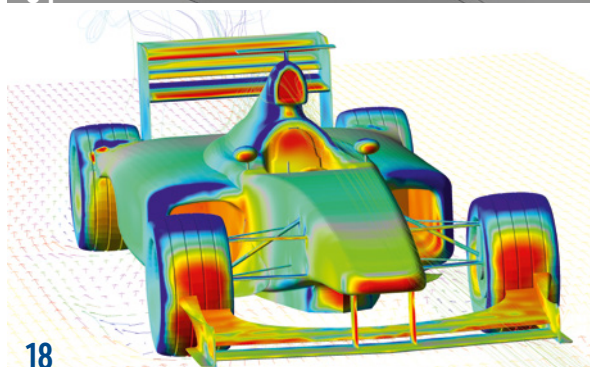
40 Ольга Чернядьева. «Развитие» в МИФИ:  
как рождаются инженеры



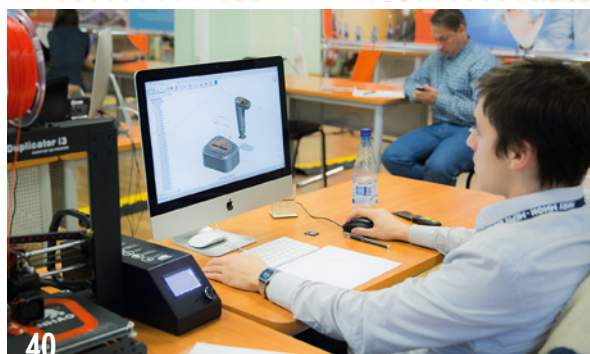
8



34



18



40

**КОНСОРЦИУМ РАЗРАБОТЧИКОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ «РазвИТие»** — это независимое объединение российских ИТ-компаний АСКОН, НТЦ «АПМ», АДЕМ, ТЕСИС и ЭРЕМЕКС. Работа консорциума началась в 2015 году и построена вокруг создания на базе существующих разработок единого мульти-вендорного российского PLM-решения. PLM-комплекс подразумевает тесную интеграцию CAD-, EDA-, CAE-, CAM- и PDM-систем.

**ЦЕЛЬ КОНСОРЦИУМА** — объединение в сквозное решение продуктов, которые уже успешно применяются на тысячах предприятий, развитие и наращивание функциональности комплекса с учетом реальных задач промышленности.

**СТРЕМЛЕНИЕ ©**

(корпоративное издание компании АСКОН)

**НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:**

Анна Ситникова

Евгения Сучкова

Адрес редакции: [press@ascon.ru](mailto:press@ascon.ru)

Дизайн и верстка: Татьяна Филиппова

Отпечатано в типографии «Группа М», 197376, г. Санкт-Петербург,  
ул. Профессора Попова, 4а, строение 3, тел.: 325-24-26

Тираж: 950 экз.

# Манифест консорциума «РазВИТие»

*Те, кто говорит,  
должны действовать,  
и только те, кто действует,  
должны говорить.*

*Николаас Нассим Талеб,  
«Рискующая собственной шкурой»*

## Здравствуйтесь, уважаемые читатели!

У вас в руках печатное издание спецвыпуска «Стремление». Может быть, вы лично получили журнал на одном из форумов консорциума «РазВИТие» или же он достался вам от коллег. Возможно, вы читаете его в электронном виде, что для многих более привычно и удобно. Для нас самое главное, что вы сейчас с нами, что вы уделили несколько минут своего времени, чтобы получить узнать о консорциуме, о наших ИТ-решениях для цифрового проектирования и производства, об уже состоявшихся достижениях и дальнейших планах совместных действий.

В спецвыпуске вы найдете не просто технические описания возможностей и особенностей нашего инженерного ПО, но и живые примеры решенных задач, выполненных проектов, выпущенных изделий. Но сначала мы ответим на самый, наверное, часто звучащий с момента нашего старта вопрос — зачем вы вообще собрались вместе и создали консорциум «РазВИТие»?

Примерно с лета 2014 года профильные министерства, Минпромторг и Минкомсвязь, начали очень активно вникать в состояние российских ИТ-решений для промышленности. Тема импортонезависимости в критически важных технологиях, среди которых было названо и инженерное ПО, стала звучать на многочисленных совещаниях, в экспертных группах, в документах для выработки каких-то дальнейших решений. И тут, впервые за многолетнюю историю АСКОН и наших будущих партнеров по консорциуму, нас на такие совещания стали приглашать и просить представить взгляд на ситуацию изнутри, глазами разработчиков.

Весной 2015 года и компаниям-разработчикам, и промышленным корпорациям было предложено сформулировать

— как именно можно решать задачу ускоренного развития российских ИТ-решений для промышленности. Был также предложен организационный формат для подачи таких предложений — объединения в консорциумы. Собственно, именно тогда и был сформирован консорциум «РазВИТие» в составе компаний АСКОН, НТЦ «АПМ», ТЕСИС, АДЕМ и ЭРЕМЕКС.

Ключевая идея проекта развития нашего единого комплексного PLM-решения, которая была представлена на защиту в Минпромторг и Минкомсвязь вместе с примерно десятью другими инициативами, это эволюционное, сбалансированное, опирающееся на заказчиков развитие уже имеющихся коммерческих версий инженерного ПО от состоявшихся компаний разработчиков, лидеров в своих сегментах. Наше предложение радикально отличалось от остальных инициатив, которые предполагали создание новых структур, многолетнюю разработку больших тяжелых систем, траты на проект десятков миллиардов рублей бюджетного финансирования и представление результатов в промышленности на ознакомление.

Мы же говорили про взвешенный путь частично-государственного партнерства и поэтапное усиление компаний и программных продуктов, которые уже доказали свою компетенцию в создании сложного высокотехнологичного ПО, отвоевали и удержали свою долю рынка у глобальных конкурентов, показали промышленную надежность своих ИТ-решений на тысячах предприятий и десятках тысяч рабочих мест. Причем, показали не на одной удачной версии ПО, а системно, в течение длительного периода времени.

Мы говорили о регулярном контроле правильности нашего пути развития

не через многотомные отчеты и красивые презентации, а через реальную повседневную работу: выпуск очередных версий ПО и их промышленную проверку у заказчиков. Говорили о постоянной проверке рынком, потребителями и о том, что только такой режим развития ПО сохраняет его конкурентоспособность и нацеленность на задачи заказчиков. В конце концов, именно удовлетворение потребностей заказчиков является главным смыслом существования любой компании-разработчика.

В ходе подготовки предложений от нашего консорциума, на защите проектов, во время частых обсуждений технических и организационных вопросов мы с партнерами постепенно все лучше понимали точки зрения друг друга, видели сильное взаимодополнение опыта и компетенций, радовались хорошему человеческому взаимодействию на всех уровнях (от руководителей до специалистов). Самое главное, в чем мы убедились тогда, — мы одинаково ориентированы на заказчиков и решение сложнейших инженерных задач с помощью нашего ПО, одинаково нацелены на интенсивное развитие и все следуем формуле «сказал равно сделал».

После подачи предложений проектных консорциумов и их публичной презентации перед промышленностью и профильными министерствами каких-либо выводов и действий не последовало. Но компании консорциума (тогда еще не названного) уже были готовы к тому, чтобы совместно действовать, не дожидаясь чьих-либо руководящих решений. Мы наметили для себя первый этап совместных работ по наиболее востребованным нашими заказчиками направлениям. И начали просто делать то, о чем договорились.





Команда консорциума «Развитие» (слева направо): заместитель председателя совета директоров АДЕМ Виктор Силин, генеральный директор Эремекс Сергей Сорокин, технический директор ТЕСИС Андрей Аксенов, коммерческий директор НТЦ «АГМ» Елена Стайнова, генеральный директор НТЦ «АГМ» Владимир Шелофаст и председатель совета директоров АСКОН Александр Голиков

В результате за прошедшие годы сделан крупный шаг вперед, созданы и выпущены совместные коммерческие продукты, исследованы новые направления развития. Обо всем этом вы прочтаете в материалах нашего спецвыпуска. Отдельно хочется сразу отметить ряд крайне важных для промышленности продуктов и направлений, которые консорциум отработал в 2018 году.

Средства топологической оптимизации для создания деталей и узлов совершенно новыми расчетными и технологическими способами, разработанные НТЦ «АГМ» и интегрированные в КОМПАС-3D, позволяют снизить массу деталей на десятки процентов при сохранении всех функциональных и прочностных характеристик и далее на основе цифровой модели в кратчайший срок изготовить их 3D-печатью из пластика, металла или композиционных материалов.

Мультифизические (мультидисциплинарные) расчеты позволяют на качественно другом уровне понять взаимовлияние разных факторов на конструкцию — например, при создании сложной авиационной, космической, морской техники. Совместная работа программных комплексов FlowVision и APM WinMachine на основе конструкторской цифровой модели КОМПАС-3D позволяет решать междисциплинарные задачи гидроаэроупругости, моделирования взаимодействия среды и конструкции в нестационарной постановке, в том числе с учетом движения поверхности разде-

ла, задачи моделирования сопряженного теплообмена. Ниже — несколько примеров использования мультифизических расчетов у заказчиков.

- **Авиационная промышленность:** моделирование флаттера, моделирование взлета и посадки гидросамолета с учетом его деформации, моделирование аварийного приземления/приводнения вертолета на эластичных пневмобаллонах.
- **Судостроение:** предсказание аэро/гидродинамики судна на воздушной подушке с эластичными юбками/ограждениями, оценка прочности корпуса скоростного судна при волновом ударе, расчет гидроупругости водометного движителя, моделирование схода судна со стапелей в воду, моделирование падения груза в воду.
- **Автомобильная промышленность:** моделирование работы эластичного уплотнения, определение деформации спойлера и других выступающих частей автомобиля при их динамическом нагружении.
- **Двигателестроение:** моделирование сопряженного теплообмена в двигателе и определение его термостойкости.
- **Производство турбомашин и ветряков:** расчет деформации лопаток потоком газа и центробежной силой.

В состав сквозного комплексного PLM-решения консорциума полноправно вписана промышленная EDA-система Delta Design компании ЭРЕМЕКС, по-

зволяющая проектировать и выпускать электронную аппаратуру необходимой заказчику сложности. На сегодня это единственная в РФ система, пробиравшая 100 % импортозависимости по EDA-системам прошлых лет. И ее сквозное применение вместе с проектированием и конструированием механической части, с мультифизическими расчетами, с современнейшими средствами топологической оптимизации позволяет создавать мехатронные изделия самого передового уровня.

Сквозное CAD/CAM-решение компании АДЕМ позволяет изготавливать на станках с ЧПУ самые сложные детали (на основе цифровых моделей, созданных в КОМПАС-3D). Если сравнивать с зарубежными САМ-системами, то во многих случаях процесс протекает быстрее и является более экономичным — за счет уникальных алгоритмов обработки. Заказчики могут работать по полностью цифровой, безбумажной технологии от первых замыслов, эскизов и расчетов до готовых деталей, снимаемых со станка.

Мы не то, что мы говорим. Мы то, что мы делаем. Этот принцип полностью применим как к компаниям консорциума, так и к заказчикам, которые доверяют нам решение конструкторских и производственных задач. Мы говорим с ними на одном инженерном языке, двигаемся от одной задачи к другой, выстраиваем цифровое производство. Опираемся вместе с ними не на модные звучные маркетинговые лозунги, а на четко сформулированные шершавым языком технических спецификаций конструкторские, расчетные, производственные, эксплуатационные задачи. Примеры сквозных цифровых решений, уже сейчас выстроенных на Ярославском радиозаводе, в Красноярском НПО «Радиосвязь», «Краснерне МПО — Гидроприбор», на комбинате «Уральская Сталь», «Воткинском заводе» и многих других предприятиях разных отраслей, без всяких натяжек могут называться российской реализацией Индустрии 4.0.

Мы желаем удачи и новых успешных проектов всем нашим читателям, нашим настоящим и будущим заказчикам, всей национальной промышленности! И увлекательного чтения на следующих страницах нашего спецвыпуска!

Команда консорциума «Развитие»



Консорциум

РАЗВ

PLM

plmrussia.ru



## ТЕСИС

*Компания, созданная в 1994 году. Один из ведущих российских разработчиков и поставщиков инженерных решений для промышленных предприятий, исследовательских организаций и вузов*

**Сфера автоматизации:** моделирование аэрогидродинамики, химических процессов и теплопередачи; трансляция геометрических 3D-моделей, проверка качества цифровой модели изделия.

**Отрасли, на которые ориентруется компания:** машиностроительные и добывающие отрасли промышленности, энергетика, предприятия ОПК, крупный, средний и малый бизнес.

**Предприятия, использующие решения:** РКК «Энергия», ЦНИ-Имаш, «ЦКБ «Титан», «Гражданские самолеты Сухого», ОКБ им. Ильюшина, «НПП «Звезда», Казанский вертолетный завод, Авиакомпания «Волга-Днепр», «ВСМПО-Ависма», ФНЦ «Курчатовский Институт», РФЯЦ-ВНИИЭФ, РФЯЦ-ВНИИТФ, АО «Атомэнергопроект», АВТОВАЗ, ГАЗ, УАЗ, АО «Интайр», «Альстом Пауэр Унитурбо», «Электрозавод», Trelleborg, Goodyear, KENDA, DANA Corp., Taiwan Power Company и др.

### Продукты:

- FlowVision
- KompasFlow
- 3DTransVidia
- KompasVidia
- CompareVidia
- MBDVidia



## АСКОН

*Крупнейший российский разработчик инженерного программного обеспечения и интегратор в сфере автоматизации проектной и производственной деятельности*

**Сфера автоматизации:** комплексная автоматизация инженерной подготовки производства и управления производством в машиностроении и приборостроении. Комплексная автоматизация проектной деятельности в промышленном и гражданском строительстве.

**Отрасли, на которые ориентруется компания:** все машиностроение, приборостроение, промышленное и гражданское строительство.

**Предприятия, использующие решения:** решения АСКОН используются более чем на 10 000 промышленных предприятий и проектных организаций в России и за рубежом. Некоторые из них: АО ПО «СЕВМАШ», Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор», «Ярославский радиозавод», красноярское НПО «Радиосвязь», комбинат «Уральская Сталь», «Воткинский завод», ФНПЦ «ПО«СТАРТ» им. М. В. Проценко», РФЯЦ-ВНИИТФ, РФЯЦ-ВНИИЭФ и др.

### Продукты:

- КОМПАС-3D и приложения
- ЛОЦМАН:PLM
- ЛОЦМАН:КБ
- ВЕРТИКАЛЬ
- ГОЛЬФСТРИМ
- ПОЛИНОМ:MDM
- 8D.Управление качеством



## НТЦ «АПМ»

*Научно-технический центр работает в области создания САЕ-систем более 25 лет*

В компании, которая начиналась как инновационное подразделение МГТУ им. Н. Э. Баумана, разработаны системы автоматизированного проектирования для машиностроения и строительства. Программные продукты НТЦ «АПМ» широко используются российскими и зарубежными предприятиями и проектными организациями.

**Сфера автоматизации:** моделирование физических процессов, автоматизированный расчет и проектирование машиностроительных конструкций, автоматизированный расчет и проектирование конструкций промышленного и гражданского строительства.

**Отрасли, на которые ориентруется компания:** автомобильная, аэрокосмическая, атомная, нефтегазовая, тяжелое и подъемно-транспортное машиностроение, железнодорожный транспорт, судостроение, промышленное и гражданское строительство, образование (подготовка студентов вузов технических специальностей).

**Предприятия, использующие решения:** РФЯЦ-ВНИИЭФ, РФЯЦ-ВНИИТФ, ФГУП ПО «Маяк», ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс», Уралвагонзавод, ФГУП «Центральное конструкторское бюро тяжелого машиностроения», ПАО «Техприбор», «Воткинский завод», АВТОВАЗ, «ВНИИ «Сигнал», ФГУП «Конструкторское бюро автотранспортного оборудования», Брянский машиностроительный завод и др.

### Продукты:

- APM Multiphysics
- APM WinMachine
- APM StructFEM
- APM Mechanic
- APM FEM
- APM Civil Engineering
- APM EMA
- APM FGA
- APM ECA



## ЭРЕМЕКС

*Ведущий российский разработчик инженерного программного обеспечения для автоматизации проектирования радио-электронной аппаратуры, имеющий более чем 20-ти летний опыт в этой области. Коллектив компании состоит из специалистов и ученых лучших прикладных инженерных школ России. Центры разработки находятся в Москве и Санкт-Петербурге, а продукты компании применяются как в России, так и в 16-ти зарубежных странах*

**Сфера автоматизации:** автоматизация проектирования электроники на базе печатных плат.

**Отрасли, на которые ориентруется компания:** приборостроение, электронная промышленность, ОПК, авиакосмическая промышленность

**Предприятия, использующие решения:** АО «Концерн «МПО-Гидроприбор», АО «НИИМЭ», АО «Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнева», ОАО «Завод-Радиоприбор», АО «МАРТ», ЗАО «НПФ «ДОЛОМАНТ» и др.

### Продукты:

- Delta Design
- Topological Router (TopoR)
- FX-RTOS
- СУБД IPR



## ADEM (Automated Design, Engineering & Manufacturing)

*С 1994 года занимается автоматизацией проектной конструкторско-технологической подготовки производства и управлением инженерными данными на базе современных программно-технических комплексов. Главный продукт ADEM — интегрированная CAD/CAM/CAPP/PDM-система ADEM-VX. Участвует в консорциуме с продуктом ADEM CAM*

**Сфера автоматизации:** автоматизация технологической подготовки производства.

**Отрасли, на которые ориентруется компания:** все машиностроение (атомное, космическое, оборонное, двигателестроение, судостроение, самолетостроение и пр.), приборостроение.

**Предприятия, использующие решения:** «НПЦ АП им. Н. А. Пилюгина», ФГУП МКБ «Радуга», ЗЭМ «РКК «Энергия» им. С. П. Королева, АО «Красное Знамя», АО «ЗиО-Подольск», Пермский завод «Машиностроитель, АО «СТАР», «Машиностроительный завод имени М. И. Калинина», «НПП «Старт» им. А. И. Яскина», а также Siemens, Thyssen Krupp AG, TRUMPF, Apple и др.

### Продукты:

- ADEM CAM
- ADEM CAD
- ADEM CAPP
- ADEM PDM

# От замысла до изготовления:

сквозное решение  
консорциума «РазВИТие»








**Иван Трохалин,**  
руководитель дивизиона  
PLM АСКОН

Одна из важнейших задач консорциума «РазВИТие» — создание отечественного сквозного PLM-решения, которое является не просто суммой продуктов от разных производителей, а целостным системным решением за счет интеграционных механизмов между программными продуктами и методологии совместного применения. Это позволяет предприятию или группе предприятий в составе холдинга сэкономить на внедрении программных продуктов (по сравнению с классическим подходом по созданию интеграционных механизмов и методик совместного применения). Руководитель дивизиона PLM АСКОН Иван Трохалин рассказывает об основных процессах, автоматизируемых в рамках сквозного решения консорциума «РазВИТие».

Разработка и изготовление сложной машиностроительной продукции требует применения различных программных инструментов (САПР, расчетных пакетов, инструментов для проектирования технологий изготовления, анализа качества, планирования работ, диспетчеризации производства и др.). Разные компании-разработчики вкладывают свое время и компетенции в создание и развитие определенного класса программных средств, и каждый из игроков этого рынка преуспел в своей области.

Неизбежным следствием этого является наличие ПО от различных производителей в составе автоматизированных систем предприятия. Каждое из таких программных средств требует входных данных в определенной форме и формирует результат в виде набора выходных данных. Эффективность процессов жизненного цикла изделия во многом зависит от характера взаимодействия программных компонентов между собой и технологии выполнения процессов с их использованием.

	<b>CAD/PLM</b> АСКОН	КОМПАС-3D ЛОЦМАН:PLM	СЗД ПОЛИНОМ:MDM	ВЕРТИКАЛЬ ГОЛЬФСТРИМ
	<b>ECAD/EDA</b> ЭРЕМЕКС	Delta Design		
	<b>CAE</b> НТЦ «АПМ»	APM WinMachine		
	<b>CAE/CFD</b> ТЕСИС	FlowVision	CompareVidia	3DTransVidia
	<b>ADEM</b> CAM	ADEM CAM		

Состав продуктов консорциума



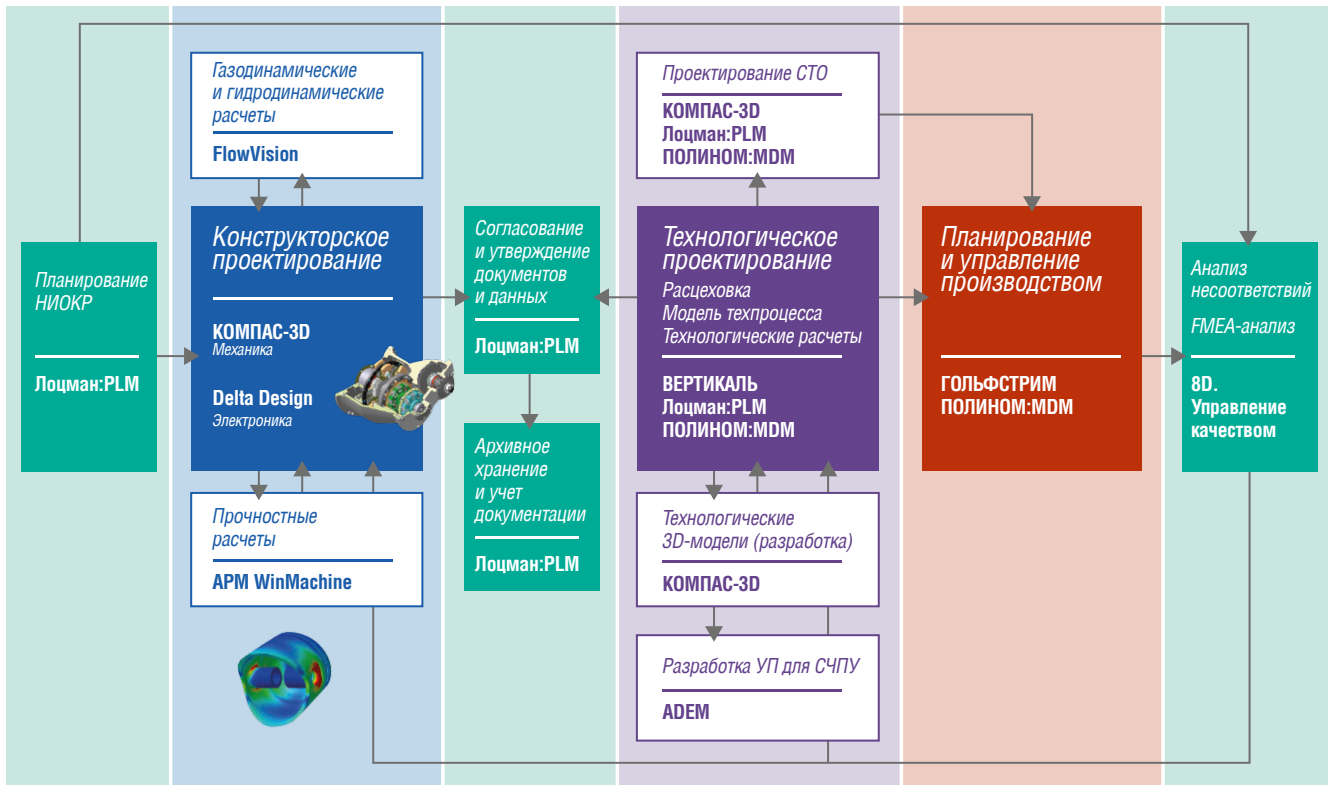
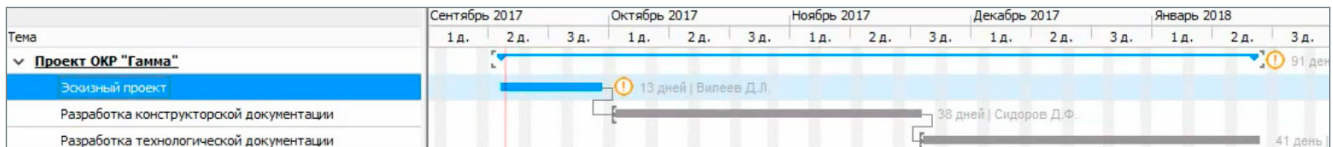


Схема автоматизируемых процессов и интеграционных связей продуктов консорциума

## Планирование НИОКР

ЛОЦМАН:PLM



Для планирования работ в рамках НИОКР используется система ЛОЦМАН:PLM, которая обеспечивает коллективную работу над проектами, структуру взаимосвязанных работ, выдачу заданий исполнителям, а также позволяет руководителям отслеживать выполнение этих заданий. В системе имеется

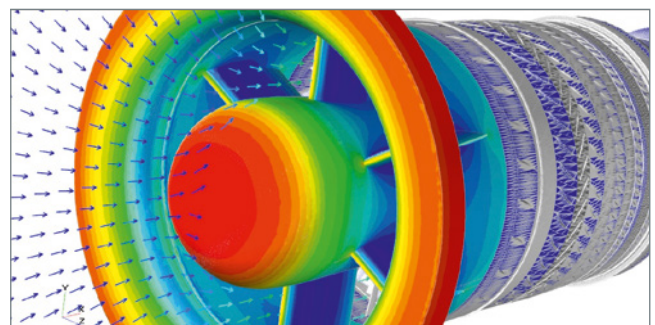
возможность индикации конфликтов планирования (например, превышение плановых трудозатрат над доступным рабочим временем специалистов), отображения графика проекта в виде диаграммы Ганта и создания отчетов по плановым и фактическим показателям (сроки, трудозатраты).

## Теоретические расчеты

FlowVision

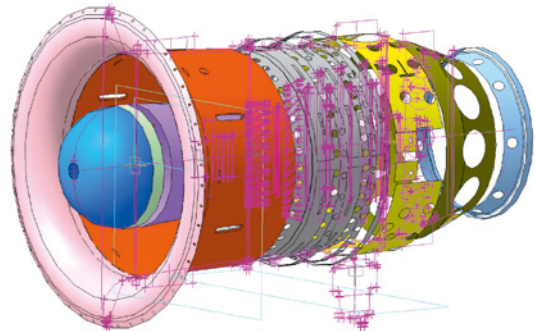
КОМПАС-3D

Детальному конструкторскому проектированию новых изделий предшествует работа по определению базовых параметров конструкции на основе расчетных моделей. Например, моделирование обтекания изделия или его частей потоком жидкости или газа. Результаты таких расчетов, как правило, определяют геометрическую форму основных компонентов изделия, ключевые конструктивные решения и требуемые материалы изготовления. Указанная задача может быть решена путем совместного применения программных продуктов КОМПАС-3D и FlowVision.



После нескольких итераций расчетов и оптимизации теоретической модели начинается этап эскизного проектирования изделия. В рамках этого этапа в КОМПАС-3D разрабатывается компоновка изделия. Выполняются компоновочные построения с указанием габаритов, форм поверхностей, мест крепежа, крайних положений подвижных частей. На этом же этапе определяются основные узлы изделия, требующие дальнейшего детального проектирования.

В результате формируется укрупненная структура изделия в ЛОЦМАН:PLM. На ее основании детализируется календарный план-график опытно-конструкторских работ, специалистам выдаются задания на проектирование отдельных узлов и подсистем.



## Рабочее проектирование (механическая часть)

Категория	Изделие	Забраковано	Место выявления	Дата	КД/8D
	33.34535.33 - Кронштейн	1	Сервисный центр г. Димитровград	14-09-2015	
	33.34535.33 - Кронштейн	1	Сервисный центр г.		
	33.34535.33 - Кронштейн	1	Сервисный центр		

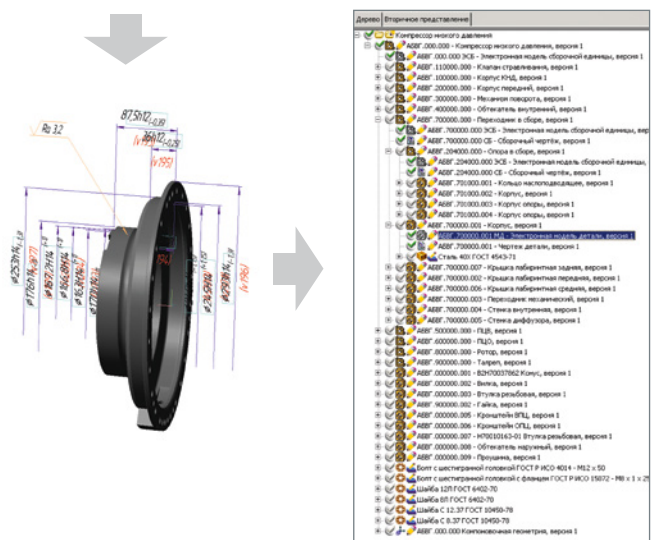
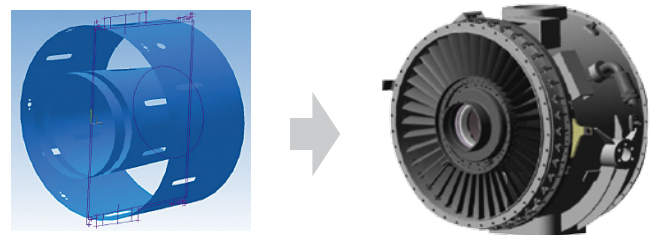
Информация по дефекту | История дефектов

Описание дефектов

Разрушение сварного шва 1

Проектирование нового изделия начинается не «с чистого листа», а с изучения имеющегося опыта — анализа отказов в эксплуатации изделий-аналогов. Цель анализа — применить конструктивные решения заведомо исключающие появление выявленных дефектов. Для этого используется продукт АСКОН 8D. Управление качеством.

На этапе рабочей конструкторской документации конструкторы, получив задания в системе планирования, приступают к проектированию узлов в системе КОМПАС-3D. Проектирование узла или детали осуществляется «в обстановке» компоновочной геометрии, полученной конструктором вместе с заданием на проектирование. Конструктор использует компоновочную геометрию в качестве опорной при построении геометрии элементов конструкции. Это позволяет ассоциативно изменять конструкцию проектируемого узла при изменении постановки задачи (компоновки изделия), а ведущему конструктору — видеть, насколько конструкция проектируемого узла вписывается в общую конструкцию изделия, выявлять конфликты и несоответствия и вовремя корректировать постановку задачи. В ходе проектирования применяются возможности твердотельного и поверхностного моделирования. Проектирование отдельных видов узлов и деталей осуществляется с использованием специализированных прикладных приложений КОМПАС-3D, таких как Валы и механические передачи, Пружины, Металлоконструкции, Трубопроводы, Кабели и жгуты. и т.п. Для назначения материалов изготовления, добавления стандартных и покупных изделий используется единая система управления нормативно-справочной информацией ПОЛИНОМ:MDM. А в ЛОЦМАН:PLM конструктор может найти и заимствовать готовые компоненты.





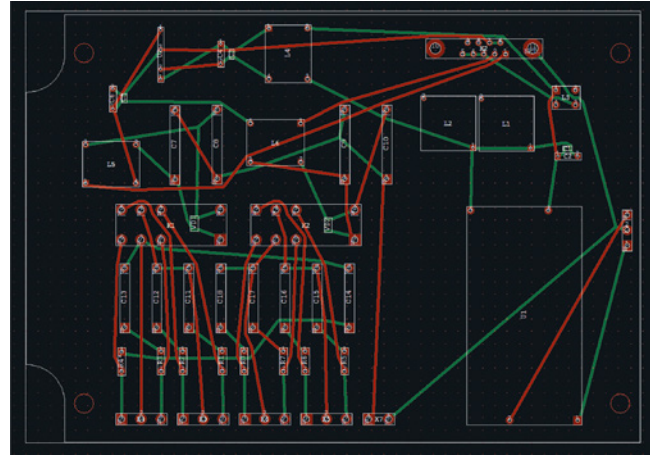
## Рабочее проектирование (приборостроительная часть)



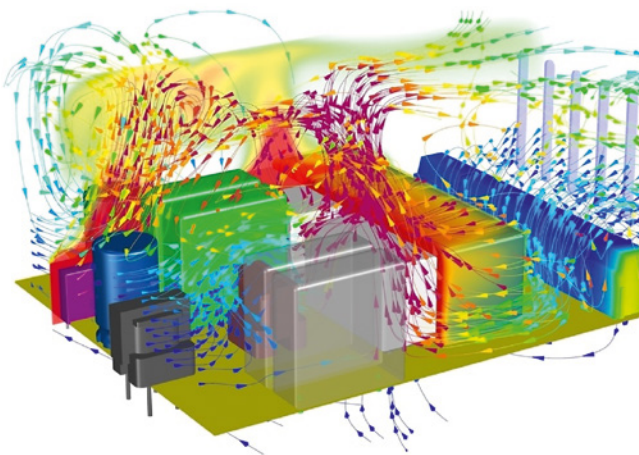
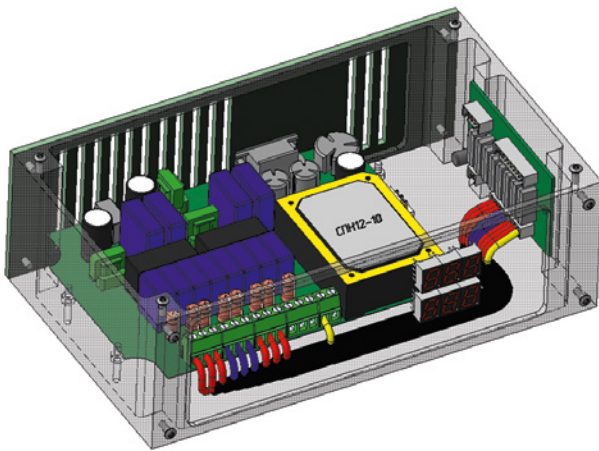
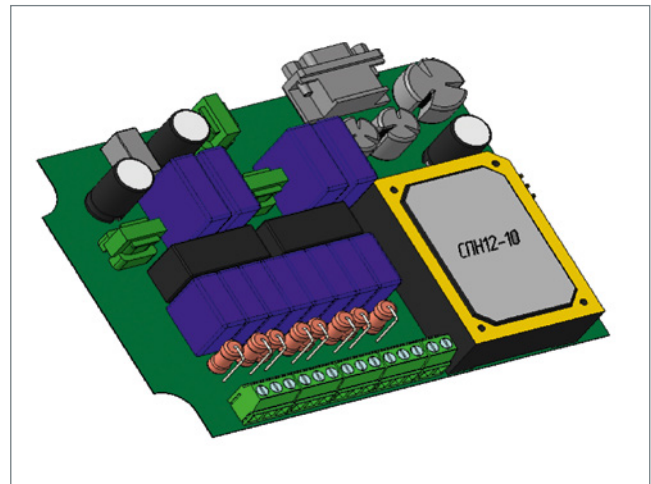
Проектирование изделий, включающих в себя печатные узлы и кабельно-жгутовые соединения, требует коллективной работы конструкторов механической части и радиоэлектронной аппаратуры, а также совместного применения программных инструментов MCAD и EDA/ECAD.

Печатная плата проектируется в EDA-системе Delta Design. Схемотехник разрабатывает схему электрическую принципиальную. Конструктор печатного узла создает на ее основе топологическую модель печатного узла (размещает на плате компоненты и производит трассировку соединений между ними), используя полученный от конструктора прибора контур печатной платы.

С помощью специального конвертера в составе КОМПАС-3D на основе топологической модели печатной платы автоматически формируется 3D-модель платы, содержащая габаритные или реалистичные модели компонентов. Конструктор прибора добавляет в модель платы дополнительные механические компоненты (стойки, лепестки, кронштейны) из базы данных ЛОЦМАН:PLM или из справочника стандартных изделий в ПОЛИНОМ:MDM, размещает 3D-модель печатного узла в пространстве модели прибора.



↓ IDF-файл



После этого конструктор приступает к проектированию кабельно-жгутовой обвязки. С помощью приложения Кабели и жгуты в КОМПАС-3D он прокладывает траектории кабелей и жгутов внутри корпуса прибора, а также между отдельными блоками и приборами в основном изделии. Приложение позволяет автоматически позиционировать кабельные части соединителей по их блочным частям согласно схеме, создать 3D-модели и сборочные чертежи кабелей и жгутов, проходящих по трассам, рассчитать условные диаметры кабелей, генерировать скругления, подсчитать длины проводников.

Электронная модель прибора, полученная из КОМПАС-3D, передается в расчетный пакет FlowVision. Из базы данных ЭРИ системы DeltaDesign в FlowVision передаются параметры тепловыделения (материалы и рассеиваемая мощность) отдельных компонентов, размещенных на плате. После этого в FlowVision запускается расчет тепловых режимов. На основе полученной информации конструктор может оптимизировать конструкцию корпуса для достижения заданных показателей теплообмена, например, предусмотреть наличие вентиляционных отверстий.



## Прочностные расчеты

WinMachine



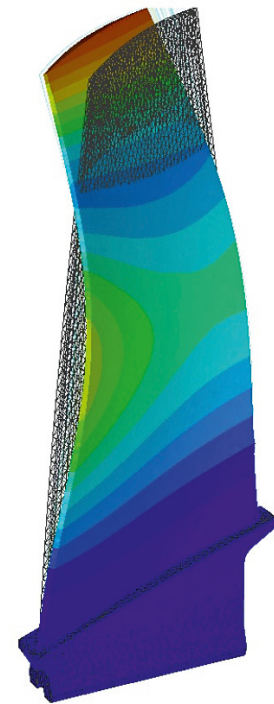
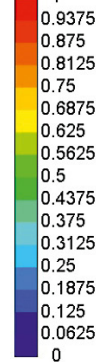
КОМПАС-3D

В решении предусмотрено два варианта проведения расчетов прочности:

1. Экспресс-расчеты отдельных деталей или узлов можно проводить, не закрывая КОМПАС-3D — во встроенном приложении APM FEM от компании НТЦ «АПМ». Оно позволяет прямо в среде КОМПАС-3D подготовить модель к расчету, задать граничные условия, генерировать конечно-элементную сетку, выбрать тип расчета и запустить, собственно, экспресс-расчет.
2. Если необходимо провести расчет сложного узла или изделия в целом (в том числе с использованием вычислительных мощностей суперкомпьютеров), то более эффективным будет применение автономного расчетного пакета APM WinMachine. Геометрию из КОМПАС-3D можно передать в APM WinMachine в формате STEP.

Для контроля возможных потерь и искажений исходной модели в процессе преобразования применяется инструмент CompareVidia от компании ТЕСИС. Он позволяет сравнить исходную и преобразованную модели на предмет различий в массе, объеме, топологии, форме элементов, составе компонентов.

USUM[-]



## Оформление конструкторской документации

ЛОЦМАН:PLM



КОМПАС-3D

На основе разработанной электронной модели изделия формируются ассоциативно связанные с моделью чертежи в соответствии с требованиями стандартов серии ЕСКД. Чертежи имеют ассоциативную связь с 3D-моделью и могут быть автоматически перестроены при ее изменении.

С помощью встроенного в ЛОЦМАН:PLM формирователя отчетов конструкторы получают различные текстовые документы на основе информации, содержащейся в электронной структуре изделия. Например, конструкторскую спецификацию, ведомость покупных изделий, перечень элементов и т. п.

При формировании комплекта документации учитываются требования ЕСКД по отражению информации об особенностях конструкции в различных видах документов. Это позволяет снизить трудоемкость оформления КД. Например, информация о допустимых заменах составных частей в составе сборочной единицы задается на уровне электронной структуры изделия, а затем автоматически попадает в спецификацию в виде указаний о допустимых заменах в графе «Примечание».

Код	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>				
ИД	АБВГ.700000.000 СБ	Сборочный чертеж		
	АБВГ.700000.000 ЭСБ	Электронная модель сборочной единицы		
<i>Сборочные единицы</i>				
ИИ	1 АБВГ.701000.000	Опора в сборе	1	
<i>Детали</i>				
ИВ	2 АБВГ.700000.001	Корпус	1	
ИГ	3 АБВГ.700000.002	Крышка лабиринтная передняя	1	12,44 А3
ИД	4 АБВГ.700000.003	Переходник механический	1	12,185 кг
ИИ	5 АБВГ.700000.004	Стенка втулочная	1	
ИВ	6 АБВГ.700000.005	Стенка диффузора	1	
ИГ	7 АБВГ.700000.006	Крышка лабиринтная средняя	1	*12,4А3
ИВ	8 АБВГ.700000.007	Крышка лабиринтная задняя	1	

## Планирование работ ТПП

ЛОЦМАН:PLM

Планирование работ по технологической подготовке производства начинается с формирования укрупненного плана и производится в системе планирования, встроенной в ЛОЦМАН:PLM. План ТПП может быть частью общего плана по созданию нового изделия или самостоятельным планом (например, если он разрабатывается на заводе-изготовителе по внешней КД). Укрупненный план ТПП может быть создан по шаблону, предварительно сохраненному в системе для определенного вида изделий или типа производства (например, шаблону плана для серийного изделия или опытного образца).

Как правило, первая задача в рамках укрупненного плана ТПП — сформировать межцеховые технологические маршруты.

В рамках ее выполнения технологи по расцеховке с помощью модуля ЛОЦМАН:PLM Технология задают последовательности прохождения деталей и сборочных единиц по производственным цехам, формируя таким образом межцеховые маршруты для каждого компонента в электронной структуре изделия.

Модуль ЛОЦМАН:PLM Технология позволяет автоматически сформировать планы работ цеховых технологических бюро на основании данных межцеховых технологических маршрутов. Аналогичным образом можно сформировать план работ бюро проектирования оснастки или бюро разработки УП на основании поданных заявок на проектирование СТО и разработку УП.

ДСЕ/Маршрут	Наименование	Маршрут	Активность	Основной цех
АБВГ.700000.000, версия 1	Переходник в сб...	5.1188	✓	5.1188
АБВГ.204000.000, версия 1	Опора в сборе		✓	
АБВГ.700000.001, версия 1	Корпус	8.1121 - 6.1150 - 2.241	✓	2.241
АБВГ.700000.002, версия 1	Крежка лабирин...	8.1121 - 6.1150 - 2.241	✓	2.241
АБВГ.700000.003, версия 1	Переходник мех...	8.1121 - 6.1150 - 2.241	✓	2.241
АБВГ.700000.004, версия 1	Стенка внутреняя	8.1121 - 6.1150 - 2.241	✓	2.241
АБВГ.700000.005, версия 1	Стенка диффузора	8.1121 - 6.1150 - 2.241	✓	2.241
АБВГ.700000.006, версия 1	Крежка лабирин...	8.1121 - 6.1150 - 2.241	✓	2.241
АБВГ.700000.007, версия 1	Крежка лабирин...	8.1121 - 6.1150 - 2.241	✓	2.241

Результат расцеховки —  
утвержденные межцеховые  
технологические маршруты

Результат  
автоматизированного  
планирования — план ТПП  
технологических групп

Тема	Состояние	Плано...	Плановое...	Плановое...
План технологических групп ТПП изделия АБВГ.000.000	Новое	25	31.08.2015	02.10.2015
План тех.группы по механообработке АБВГ.000.000	Новое	25	31.08.2015	02.10.2015
Создать заявки на СТО	Новое	7	31.08.2015	08.09.2015
Создать заявки на УП	Новое	7	31.08.2015	08.09.2015
Разработать сквозные ТП	Новое	18	09.09.2015	02.10.2015
План тех.группы сборки и сварки АБВГ.000.000	Новое	25	31.08.2015	02.10.2015
План тех.группы обработки давлением АБВГ.700000....	Новое	15	31.08.2015	18.09.2015
План техгруппы термообработки АБВГ.000.000	Новое	15	31.08.2015	18.09.2015

## Проектирование технологии изготовления

ВЕРТИКАЛЬ

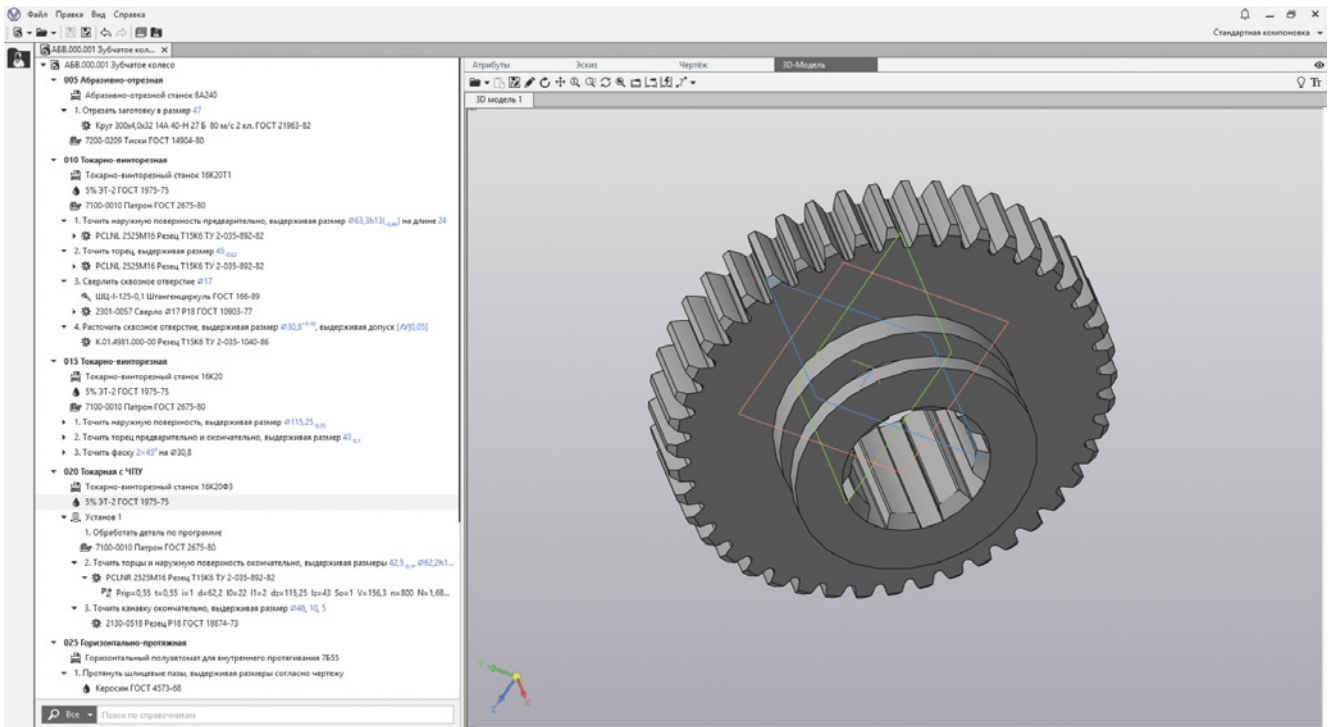
ЛОЦМАН:PLM

Получив задание на технологическое проектирование по конкретному перечню деталей и сборочных единиц, технологическое бюро приступает к разработке технологических процессов. Для этого применяется система ВЕРТИКАЛЬ, которая позволяет:

- проектировать технологические процессы в виде иерархической структуры из операций, переходов, оборудования, профессий, оснастки и др. технологических объектов;
- связывать параметры технологического процесса с отдельными параметрами геометрических элементов 3D-модели. При изменении 3D-модели параметры технологического процесса изменяются ассоциативно (например, текст

технологического перехода, содержащий размеры геометрических элементов конструкции детали);

- рассчитывать режимы обработки, а также материальные и трудовые затраты на производство;
- формировать комплекты технологической документации в соответствии с требованиями ЕСТД, а также по формам, используемым на предприятии;
- вести параллельное проектирование сложных и сквозных техпроцессов группой технологов в реальном режиме времени;
- формировать заявки на проектирование специальных средств технологического оснащения и создание управляющих программ для станков с ЧПУ.



Различные технологические приложения АСКОН позволяют производить как укрупненное, так и точное нормирование трудовых затрат и материалов, рассчитывать режимы обработки (резания, сварки). Нормирование трудозатрат осуществляется на основе алгоритмов, заложенных в базовую поставку (укрупненных машиностроительных нормативов) или на основе алгоритмов, применяемых на предприятии. Нормирование материалов также осуществляется на основе настраиваемых алгоритмов расчета. Режимы резания и сварки рассчитываются на основе информации о применя-

емых материалах, оборудовании, различных поправочных коэффициентов и параметров. Результаты расчетов передаются в модель технологического процесса, позволяя формировать документацию в соответствии с требованиями ГОСТ.

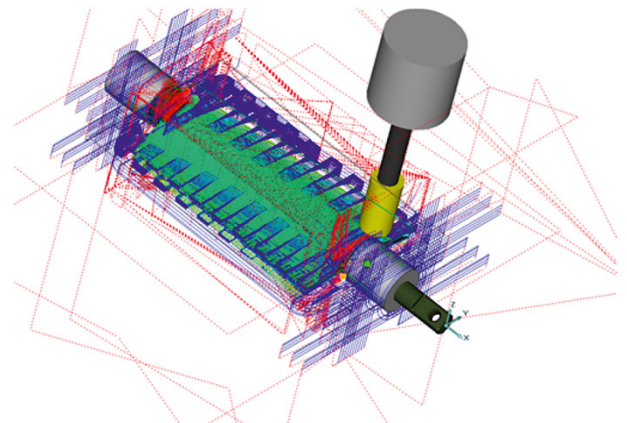
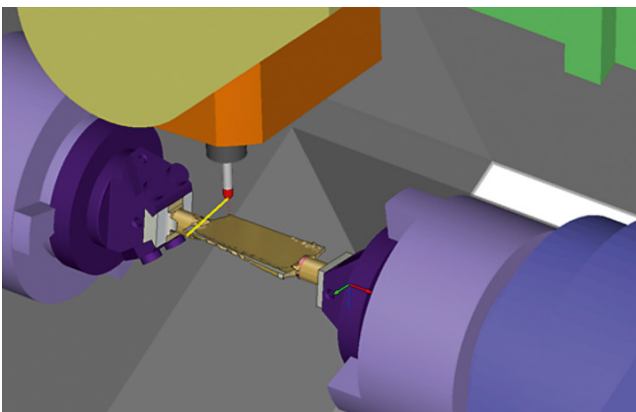
После завершения разработки модели технологического процесса содержащиеся в ней данные передаются в ЛОЦМАН:PLM для последующего формирования сводных ведомостей и передачи информации в смежные системы (MES/ERP).

## Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ



Технолог, разрабатывающий сквозной технологический процесс на изготовление детали, создает операцию ЧПУ-обработки и передает ее на проработку технологу программисту ЧПУ. Технолог программист загружает 3D-модель заготовки и целевую 3D-модель детали в формате КОМПАС-3D в ADEM CAM, выбирает оборудование и инструмент, запускает модуль CAM-Expert. Данный модуль распознает конструктив-

ные элементы модели детали, подбирает инструмент, определяет зоны и установки, режимы обработки, формирует стратегию обработки. Система позволяет автоматически рассчитать траекторию обработки, сгенерировать управляющую программу и смоделировать обработку с учетом виртуальной модели станка и инструмента на основе полученной управляющей программы для конкретного станка (и его стойки).





## Оформление технологической документации

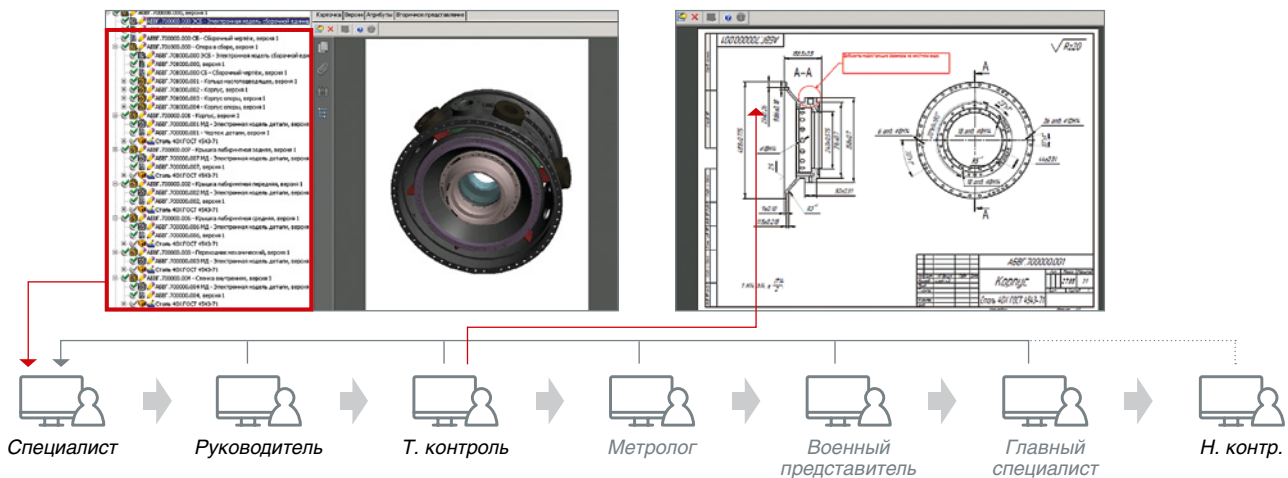


Итак, мы разработали модель технологического процесса со всеми необходимыми сведениями для производства изделия и сохранили ее в ЛОЦМАН:PLM. Теперь можно сформировать комплект технологической документации. Комплект документов технологического процесса формируется в системе ВЕРТИКАЛЬ, в базовой поставке которой есть большинство форм документов, предусмотренных ГОСТ серии ЕСКД (технологических карт и ведомостей). Встроенный формирователь отчетов позволяет создавать новые отчетные формы и алгоритмы отбора данных для размещения в форме по требованиям предприятия практически любой сложности.

Комплект технологических документов на изделие может включать документы, содержащие сведения не только из единичного техпроцесса, но и сводную технологическую информацию по всем компонентам изделия. Как правило, это различные ведомости, например, ведомость специфицированных норм расхода, ведомость материалов, ведомость маршрутов и т. д. Документы сохраняются в системе ЛОЦМАН:PLM в привязке к элементам электронного описания изделия (изделия, техпроцесса).

Деталь		Код		Обозначение документа	
Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.	Изм.
1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100

## Согласование документов и данных



После завершения разработки комплектов конструкторских или технологических документов необходимо придать им соответствующий статус, позволяющий использовать их для производства продукции. Методология применения сквозного решения консорциума «Развитие» предполагает два сценария:

1. Подлинником является электронный документ, подписанный электронными подписями (или собственноручными подписями на информационно-удостоверяющем листе) уполномоченных лиц в соответствии с их характером работ и ролью в процессе согласования и утверждения.
2. Подлинником является документ на бумажном носителе, подписанный собственноручными подписями должностных лиц. В ЛОЦМАН:PLM при этом отслеживаются статусы согласования соответствующих документов путем подписания простыми электронными подписями электронных оригиналов документов.

Для обеспечения процессов согласования и утверждения документов в обоих случаях применяются механизмы:

- Workflow. Последовательности выдаваемых в электронной форме заданий на согласование документов, содержащих ссылки на электронные документы в системе;
- Вторичное представление документов. Механизм, обеспечивающий просмотр содержимого документов без необходимости их открытия в программе-инструменте, непосредственно в окне ЛОЦМАН:PLM. Данный механизм также позволяет производить рецензирование документов с использованием графических и текстовых пометок;
- Электронная подпись. Механизм, обеспечивающий контроль авторства и целостности документа. Авторство означает возможность гарантированно установить личность подписавшего документ. Целостность означает возможность гарантированно установить неизменность документа после его подписания должностным лицом. ЛОЦМАН:PLM позволяет применять как простую, так и усиленную электронную подпись, в соответствии с классификацией электронных подписей, приведенной в Федеральном Законе N 63-ФЗ.

## Регистрация, хранение, выдача и абонентский учет документов

ЛОЦМАН:PLM

После того как документ утвержден, он должен быть выпущен. Процедура выпуска означает его постановку на учет и придание соответствующего статуса, имея который можно с уверенностью сказать, что документ может быть использован участниками процессов ЖЦИ для тех или иных целей (например, для производства). Выпуском документов на предприятиях, как правило, занимается служба архива или бюро технической документации. Кроме выпуска, служба архива осуществляет учет выдачи документов потребителям, отслеживает изменения документов и осуществляет замену выданных документов на актуальные.

Для повышения эффективности решения этих задач в ЛОЦМАН:PLM предусмотрена соответствующая подсистема ЛОЦМАН:PLM Архив, которая позволяет:

- регистрировать документы в различной форме представления (на бумажном носителе, электронные), из различных источников (собственной разработки, от внешних организаций) и в различном статусе (подлинник, дубликат, копия);
- осуществлять учет выдачи документов потребителям (абонентам) по их заявкам;
- регистрировать изменения документов, поставленных на учет;
- оповещать абонентов об изменении документов;
- фиксировать факт возврата документов потребителем;
- осуществлять учет передачи документов внешним организациям.

## Проведение изменений

ЛОЦМАН:PLM

Инженерные процессы, как правило, не обходятся без изменений. Необходимо улучшать конструкцию изделия и технологию его изготовления, устранять ошибки проектирования и отвечать на рекламации эксплуатирующих организаций. Подсистема проведения изменений в ЛОЦМАН:PLM позволяет создавать новые версии информационных объектов и документов, оформлять изменения с помощью извещений об изменении или на основе записей в журнале изменений, формировать предварительные извещения на заводах-изготовителях и погашать их. Процесс внесения изменений соответствует требованиям ГОСТ 2.503.

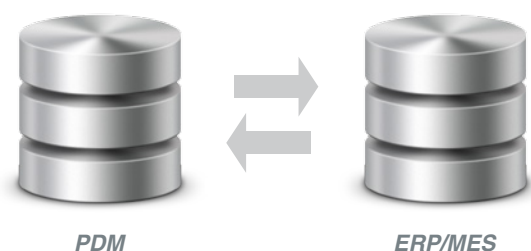
## Передача данных об изделии в производство

ЛОЦМАН:PLM

Электронное описание изделия содержит данные, относящиеся к типовой конструкции изделия, или, другими словами, описание виртуального продукта и виртуального процесса его изготовления. Эти описания являются необходимыми нормативными данными для систем управления производством (MES или модулей в составе ERP), так как именно по ним система управления производством «понимает», какие ресурсы необходимо изготовить, какие материалы потребуются (оборудование, рабочие, материалы, средства технологического оснащения), какова последовательность выполнения операций технологического процесса. Поэтому очень важной задачей в рамках процессов ЖЦИ является задача интеграции PDM- и ERP-систем.

Модели данных и особенности функционирования PDM- и ERP-систем могут очень сильно различаться на различных предприятиях, поэтому в составе Комплекса решений АСКОН предусмотрен инструмент «ЛОЦМАН:PLM Интеграционная шина предприятия», который позволяет гибко конфигурировать правила выгрузки данных из БД ЛОЦМАН:PLM

для передачи в смежные системы или загрузки данных в нее. Инструмент позволяет формировать правила выгрузки как визуальными средствами, так и реализовывать сложную логику с помощью процедур на языке SQL или динамически подключаемых библиотек. Кроме того, есть возможность автоматически выгружать только измененные с момента последнего экспорта данные по расписанию (например, ночью, чтобы не создавать повышенную нагрузку на БД во время работы пользователей).



## Управление производством

**ГОЛЬФСТРИМ**

После завершения разработки и утверждения документов и данных об изделии и технологии его изготовления они передаются в систему производственного планирования и управления. В решении консорциума «РазВИТие» роль такой системы выполняет ГОЛЬФСТРИМ.

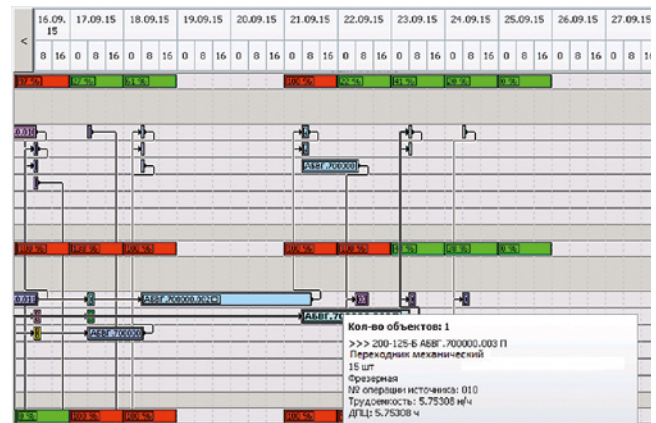
В ГОЛЬФСТРИМ реализована замкнутая трехуровневая система управления. Взаимосвязь между функциями учета, планирования и формирования отчетности на каждом уровне управления обеспечивает актуальность сформированной электронной базы учета в любой момент времени и позволяет получать выборку данных за необходимый плановый период (в разрезе заказа, цеха, участка, рабочего места).

### Уровень предприятия

Уровень предприятия обеспечивает планирование и учет взаимоотношений с заказчиками по выпуску продукции, выполнению работ, оказанию услуг. Здесь основная учетная единица — заказ, на основании которого изготавливается продукция к определенному сроку.

### Межцеховой уровень

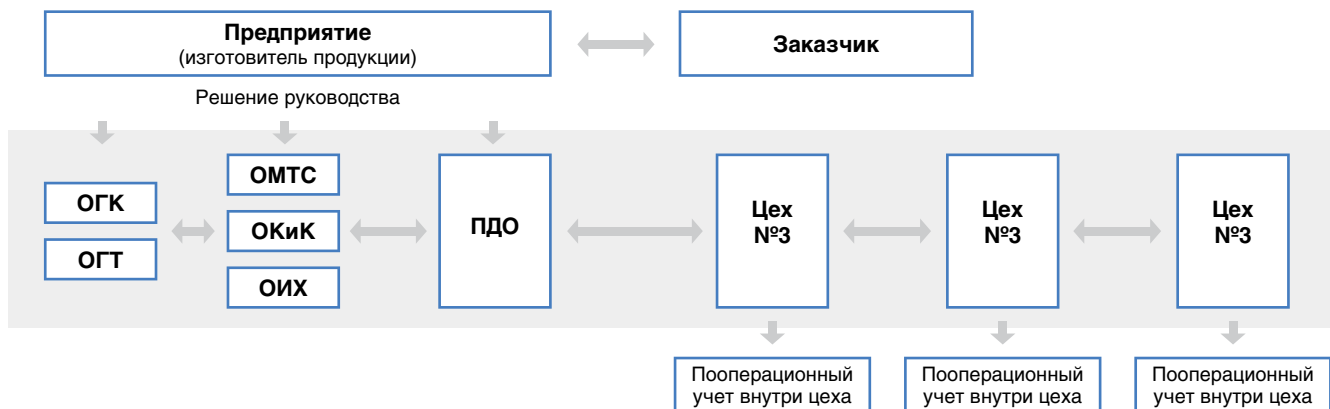
Межцеховой уровень обеспечивает планирование, контроль и учет изготовленной продукции: и деталей, и сборочных единиц, а также учет перемещения продукции и ДСЕ



между производственными подразделениями предприятия. Основная учетная единица на этом уровне — партия ДСЕ.

### Внутрицеховой уровень

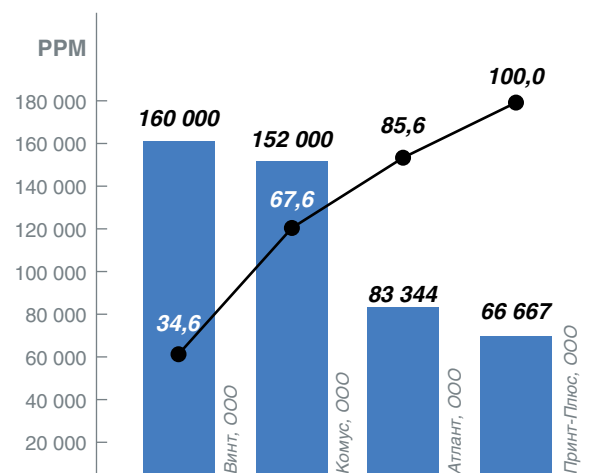
Обеспечивает операционный учет изготовления ДСЕ. Основная учетная единица на этом уровне — технологическая операция над партией ДСЕ.



## Учет несоответствий в эксплуатации

## 8D. Управление качеством

В процессе эксплуатации изделия могут возникать различные отказы или фиксироваться несоответствия изделия заявленным показателям. Эту информацию можно не просто регистрировать в целях устранения несоответствий и отработки рекламаций, но и накапливать, с целью принятия мер по недопущению подобных отказов или несоответствий в будущем в аналогичных или похожих изделиях.





# Цепочка решений:

## интеграционные связки PLM-платформы

*За три года, прошедших с момента объединения в консорциум, сделано немало: PLM-платформа регулярно усиливается новыми решениями и интеграционными связками. Многие из этих связок уже используются конструкторами и технологами на производстве. Рассказываем о реализованных интеграционных проектах и о том, как именно различные системы работают в связке друг с другом и позволяют эффективно решать производственные задачи.*

### КОМПАС-3D (АСКОН) + FlowVision (ТЕСИС) = KompasFlow

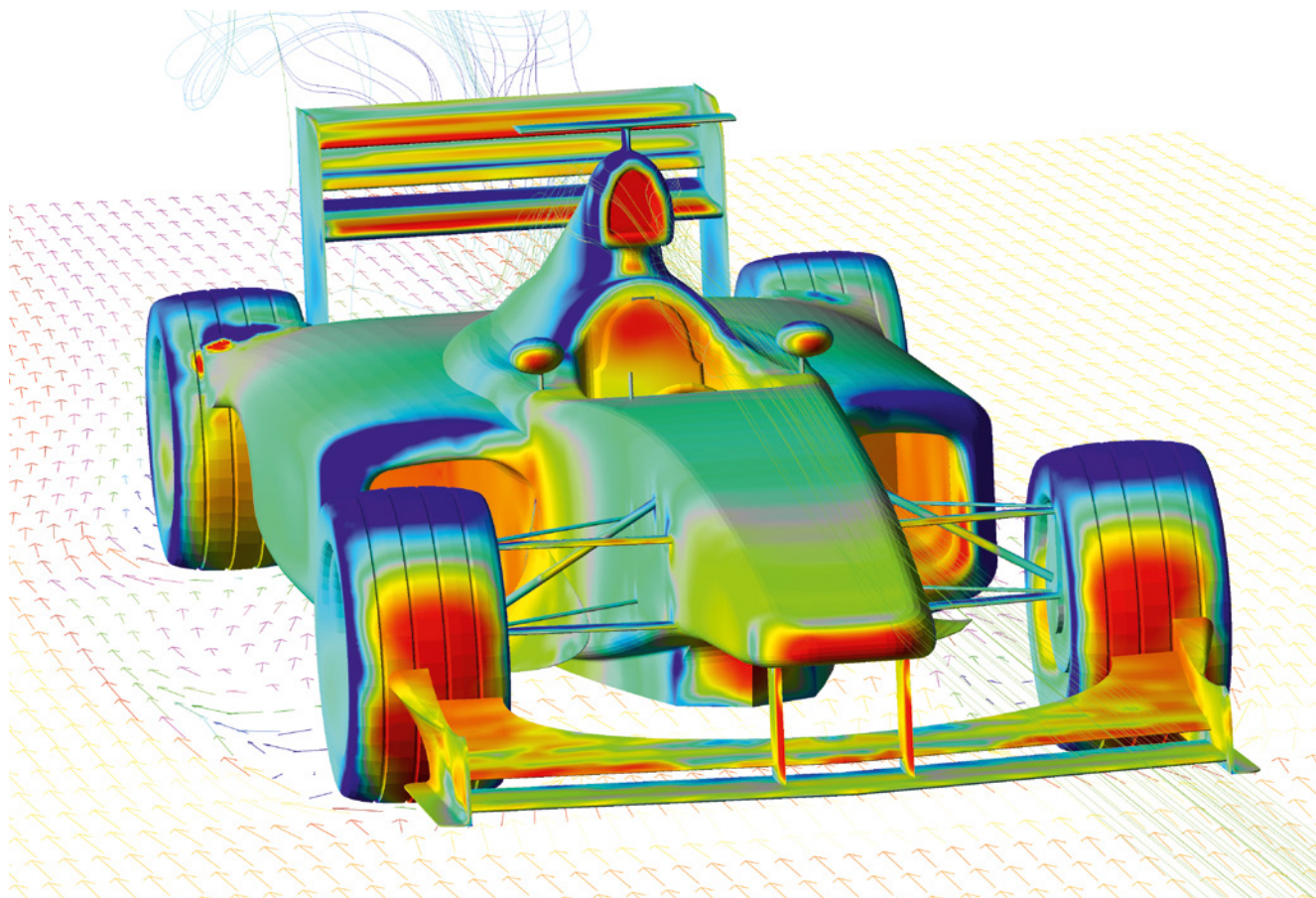
KompasFlow — встроенный в КОМПАС-3D v18 модуль для аэро- и гидродинамического экспресс-анализа. После подготовки трехмерной модели устройства или же нескольких модификаций устройства инженер сможет проводить аэро- и гидродинамические расчеты прямо в окне КОМПАС-3D. Проанализировав результаты, он может принять решение о доработке конструкции или же ее готовности для технологической подготовки производства. Сравнительный анализ нескольких решений позволит выбрать оптимальную, с точки зрения аэрогидродинамики, конструкцию.

KompasFlow полезен и на более поздних стадиях разработки изделий. Например, по результатам эксплуатационных испытаний понадобилось внести изменения в спроектированное изделие. После корректировки 3D-модели не требуется создавать новый расчетный проект. Инженер запускает настроенный ранее в KompasFlow расчет и проверяет, как сильно изменение трехмерной модели повлияло на гидродинамические характеристики устройства.

«Подготовка расчетного проекта и анализ результатов происходят в привычном для конструктора интерфейсе КОМПАС-3D. KompasFlow — несложное в освоении приложение, расчетная сетка строится автоматически: подготовка расчетного проекта занимает считанные минуты. Благодаря простоте KompasFlow появляется возможность переложить часть расчетной работы на плечи инженеров, занимающихся созданием трехмерных моделей. Достаточно просто подготовить и описать методы решения типовых задач. Для решения многих инженерных задач достаточно использовать упрощенный функционал модуля KompasFlow. Приобретение полномасштабного пакета по вычислительной гидродинамике зачастую нецелесообразно», — отмечает **Андрей Аксенов, технический директор ТЕСИС.**

Первая версия KompasFlow, выпущенная в сентябре 2018 года, позволяет:

- **Моделировать течение однокомпонентного газа** (расчеты аэродинамического сопротивления автомобиля, подъемной силы крыла,



течения в вентиляционных каналах и сквозь вентиляционные решетки, циркуляции воздуха в помещениях, кабинах, ветровой нагрузки на конструкции и постройки).

- **Моделировать течение жидкости** (расчеты гидродинамических потерь в трубах и запорной арматуре, гидравлических потерь в жидкостных теплообменниках).
- **Моделировать теплопроводность и естественную конвекцию** (моделирование отвода тепла в теплообменниках, моделирование вентиляции, охлаждение и прогрев помещений и кабин).
- **Анализировать эффективность охлаждения РЭА.**
- **Моделировать иные физические процессы** (уравнения Навье-Стокса для моделирования течения жидкостей и газов, модели турбулентности, уравнения теплопереноса).

## KompasFlow и FlowVision

Программный модуль KompasFlow основан на коде FlowVision, флагманского продукта компании ТЕСИС. Это дает возможность использовать один и тот же расчетный проект и в KompasFlow, и во FlowVision. После экспресс-анализа в среде КОМПАС-3D можно провести предварительную оптимизацию конструкции. Затем результаты моделирования при необходимости можно передать в расчетный отдел. Для этого подготовленный проект импортируется во FlowVision. Инженер-расчетчик проведет более сложные расчеты: возьмет во внимание более тонкие эффекты, подключит дополнительные модели физических процессов. Такое разделение труда позволит сократить расходы расчетного отдела на подго-

товку геометрических моделей и предварительную оптимизацию и ускорит процесс разработки и проектирования новых изделий.

### Дополнительные возможности FlowVision:

- моделирование сложных многообъемных сборок;
- анализ многокомпонентных сред и сложных химических реакций;
- более широкий выбор математических моделей и более тонкие их настройки;
- моделирование междисциплинарных задач совместно с конечно-элементными прочностными пакетами;
- специальные инструменты для решения больших задач на суперкомпьютерах.

Впечатлениями делится инженер-консультант, участник бета-тестирования KompasFlow

**Олег Урывский**

» Очень перспективная задумка, в духе современных тенденций к объединению различного ПО в единые вычислительные платформы. Не сомневаюсь, что тандем КОМПАС-3D и FlowVision обеспечит создание высококонкурентного продукта (учитывая оригинальность методов FlowVision и ее гибкость в решении задач различных классов любой сложности). На мой взгляд, программы органично дополняют друг друга (FlowVision всегда недоставало возможности создавать 3D-модели).

## Delta Design (ЭРЕМЕКС) + КОМПАС-3D (АСКОН) + FlowVision (ТЕСИС)

Проведение тепловых расчетов — важная часть процесса разработки и конструирования надежной аппаратуры. Связка САПР электронных устройств Delta Design, системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D и системы по вычислению гидрогазодинамики FlowVision позволяет автоматизировать процессы моделирования и анализа тепловых режимов электронных устройств.

Система автоматизированного проектирования электронных устройств Delta Design в связке с другими продуктами участников консорциума позволит проводить исследования температурно-влажностных режимов, при которых работает аппаратура, моделировать вибропрочностные характеристики, характеристики надежности и др.

FlowVision, система по вычислению гидрогазодинамики, позволяет моделировать трехмерный нагрев элементов платы и отвод тепла в окружающую среду с учетом пассивного или принудительного охлаждения. Трехмерное распределение температуры позволяет получить подробную информацию о тепловых свойствах платы, сравнить значения температур в различных вариантах исполнения моделируемых устройств. Расчетные значения температур сравниваются с требуемыми величинами — это позволяет оценить работу всего радиоэлектронного устройства.

Разработанную в системе Delta Design плату можно конвертировать в геометрическую 3D-модель с помощью встроенного в КОМПАС-3D конвер-

тера ECAD-КОМПАС (в файл типа «.idf»). Если при этом библиотеки компонентов были синхронизированы, то компоненты автоматически размещаются на плате в 3D-формате. Из КОМПАС-3D все компоненты устройства экспортируются в один из форматов поверхностного представления геометрии, поддерживаемых FlowVision, например в формат «.stl». На основе файлов «.stl» формируется геометрическая модель проекта FlowVision. Кроме того, в FlowVision из отчета Delta Design в табличном формате Excel передаются данные об элементах платы: материалы компонентов и основные источники тепла со значениями рассеиваемой мощности.

По полученным результатам теплового моделирования инженер может принять решение о необходимости модификации устройства (изменение расстановки элементов, конструкции корпуса и т.д.). После внесения топологических изменений и уточнения информации о свойствах материалов и мощностях основных источников тепла выполняется повторное моделирование.

Применение комплекса программных продуктов позволяет улучшить тепловые показатели моделируемого устройства, повысить его надежность и автоматизировать весь комплекс работ по проектированию печатных плат РЭА. Совместное использование трех отечественных продуктов дает возможность инженерам, особенно в ответственных областях применения, решать поставленные задачи без привлечения иностранного ПО.

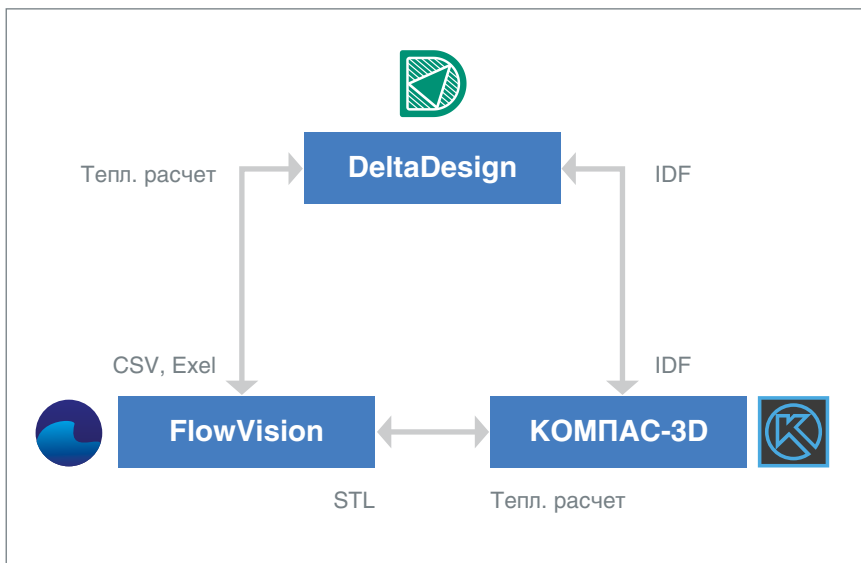
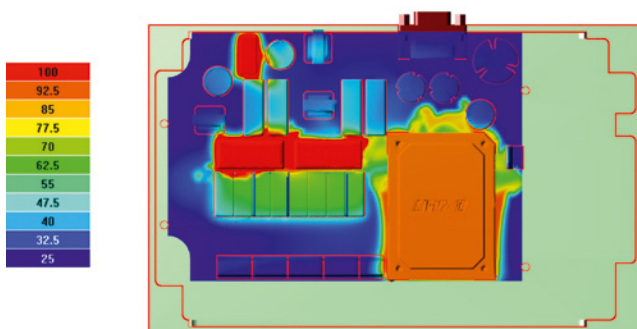
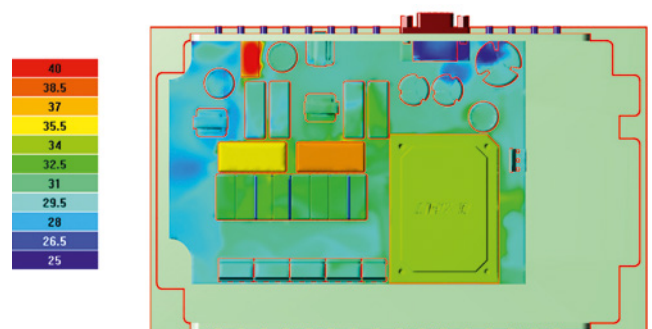


Схема интеграции FlowVision с процессом разработки РЭА в системе Delta Design и КОМПАС-3D



Температура поверхности компонентов платы, °C



Температура поверхности компонентов платы в корпусе с вентиляционными отверстиями





## Олег Сысоев,

инженер-конструктор  
радиоэлектронной аппаратуры  
(АО «Концерн «Морское подводное  
оружие — Гидроприбор»)

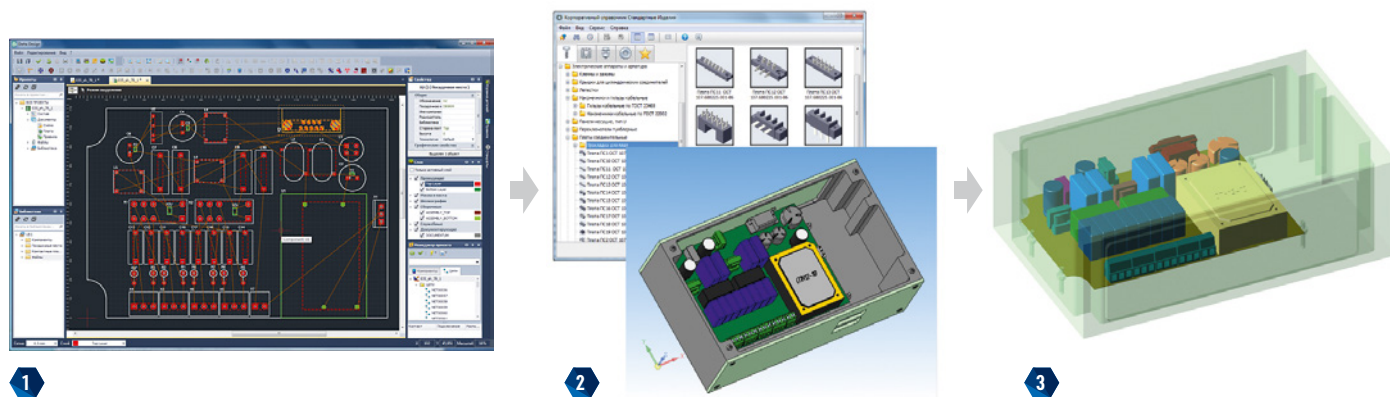
До внедрения Delta Design разработка электронной аппаратуры велась в импортных PCAD и Pads 9.5. Решение о переходе на Delta Design было принято осенью 2016 года. Выбрали между Delta Design и Altium Designer. Подбирая новую САПР, рабочая группа сформулировала следующие требования: возможность разработки многослойных печатных плат с высокой плотностью монтажа, простота использования и высокая скорость освоения функционала, возможность оформления схем и отчетов в соответствии с ГОСТ, русскоязычные интерфейс и инструкции, доступность технической поддержки, а также возможность перевода проектов и библиотек из Pcad. Delta Design смогла удовлетворить требованиям в полной мере.

Очевидно, с точки зрения проектирования процесс разработки РЭА связан с решением вопросов различного характера. Там, где заканчивается электроника, начинается механика. Перечень механических задач включает разработку механического монтажа электрорадиоизделий (ЭРИ), разработку базовых несущих конструкций и т.д. Для решения этих задач мы применяем КОМПАС-3D. Самый удобный способ передачи данных из Delta Design в КОМПАС-3D — использование 3D-модели печатной платы. Кроме того, любой этап проектирования завершается выпуском конструкторской

документации (КД), что также удобно выполнять в КОМПАС-3D».

Сейчас на предприятии осуществляется процесс опытного тестирования системы FlowVision. Тема моделирования тепловых процессов в радиоэлектронных изделиях актуальна для концерна, так как нагрев отдельных участков может оказать влияние на электрические и механические характеристики компонентов. Моделируя тепловые режимы, специалисты смогут предвидеть проблемные места на печатной плате и осуществлять проектирование с учетом результатов моделирования.

«На первом этапе освоения FlowVision мы будем использовать систему исключительно в целях моделирования тепловых режимов РЭА. Но я уверен, что положительный опыт работы с системой позволит внедрить FlowVision и в другие области разработок концерна, в том числе в область гидродинамических расчетов. Практическую ценность связки Delta Design — КОМПАС-3D — FlowVision вижу в реализации сквозного процесса проектирования и управления проектированием (от идеи до выпуска производственных файлов и КД). К счастью, развитие отечественного ПО позволяет проводить активное замещение импортных решений. Если говорить о разработке радиоэлектронных изделий, то тут с уверенностью можно говорить о 100% замещении», — отметил Олег Сысоев.



Этапы создания геометрической модели:

- 1 – Delta Design, размещение элементов на плате и разводка соединений;
- 2 – КОМПАС, 3D-модель с использованием библиотек компонентов;
- 3 – FlowVision, поверхностная геометрическая модель

## ADEM CAM (ADEM) + КОМПАС-3D (АСКОН)

Сквозное решение компании ADEM позволяет изготавливать на станках с ЧПУ самые сложные детали (на основе цифровых моделей, созданных в КОМПАС-3D). Рассказываем об автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства при помощи двух систем на примере Тамбовского завода «Ревтруд», который производит специальные средства связи и радиоэлектронной борьбы, переносные дизельные электрогенераторы для организации энергоснабжения в полевых условиях, автоматизированные станции создания помех и др.

Предприятие имеет широкий парк металлообрабатывающего оборудования с ЧПУ, процесс обработки на котором программируется с помощью системы ADEM CAM, а 3D-модели деталей, сборки и весь комплект конструкторской документации разрабатывается в КОМПАС-3D. На данный момент ADEM CAM используется с целью написания управляющих программ для более чем 20 единиц различного металлообрабатывающего оборудования. Это электроэрозионные станки, прутковые автоматы, токарно-фрезерные обрабатывающие центры с перехватом в контршпindel, вертикально-фрезерные 3-х и 5-ти координатные станки. Кроме того, вся программная конструкторско-технологическая подготовка изделий не только основного, но и вспомогательного производства

необходимой технологической оснастки, специализированного фасонного режущего инструмента, шаблонов и калибров для размерного контроля деталей осуществляется в системах КОМПАС-3D и ADEM.

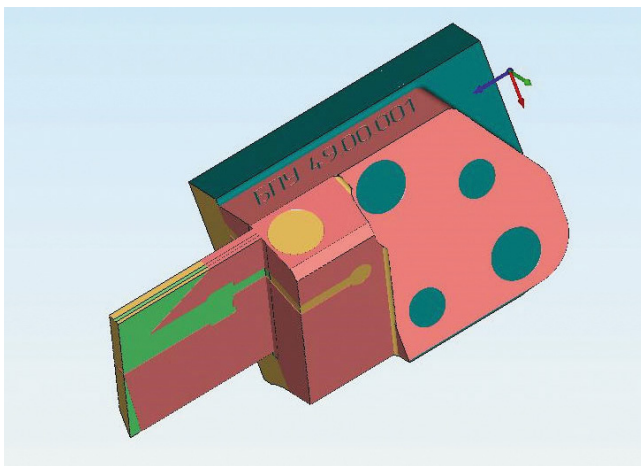
Нужно упомянуть об уникальной особенности системы ADEM, которая была апробирована и сегодня успешно функционирует на предприятии. Речь о получении шнековых (винтовых) поверхностей на обычных токарных станках с ЧПУ с использованием стандартных резьбонарезных циклов. Традиционная технология получения шнеков подразумевает обработку межлопастного пространства, поверхностей вершин и впадин с помощью приводного инструмента по оси Y на токарно-фрезерных обрабатывающих центрах. Однако данная технология имеет ряд существенных недостатков, ведь крепление приводного инструмента априори имеет менее жесткую конструкцию по сравнению с креплением токарного резца в резцедержателе. Из этого вытекают следующие проблемы:

- для того чтобы выполнить профиль данной винтовой поверхности, потребовалось бы как минимум два-три приводных инструмента, а число инструментальных позиций в револьверной головке ограничено. Кроме того, пришлось бы пользоваться нестандартными профильными конусными фрезами, а из-за

физических свойств обрабатываемого материала фреза быстро теряла бы свою первоначальную геометрическую форму в процессе естественного износа;

- из-за изгиба инструмента возникают чрезмерные вибрации, что непосредственно влияет на качество обрабатываемой поверхности;
- для обеспечения обработки приводным инструментом необходимо задействовать кинематически сложные дорогостоящие токарно-фрезерные обрабатывающие центры с ЧПУ.

Благодаря проектированию траекторий обработки посредством алгоритмов системы ADEM удалось наладить изготовление шнеков с помощью операций точения резцом, профиль которого не совпадает с профилем шнека. Жесткость установки резца в резцедержателе обеспечила снижение уровня вибраций в процессе резания, что благотворно отразилось на качестве обрабатываемой поверхности. И хотя получение профиля шнека фрезой происходит гораздо быстрее, нежели резцом, обработка резцом оказывается дешевле, чем фрезой. Ведь стоимость режущей пластины во много раз меньше, чем стоимость новой фрезы взамен «севшей». Кроме того, обработку удалось осуществить на простых токарных станках без задействования сложных и дорогостоящих токарно-фрезерных обрабатывающих



Симуляция обработки профиля резца в системе ADEM



Модель сборки резца в КОМПАС-3D

## Дмитрий Трошкин,

начальник бюро программного управления АО «Тамбовский завод «Ревтруд»

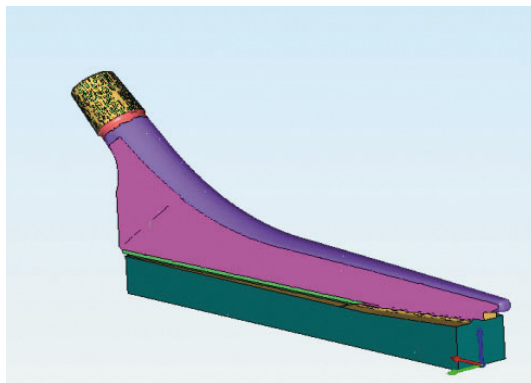
» Работа по автоматизации подготовки многономенклатурного производства происходит достаточно успешно, за время использования обеих систем не было случая, чтобы предприятие не смогло выполнить поставленные перед ним задачи. В планах — создать единый конструкторско-технологический центр, в котором будет происходить основная работа по подготовке производства. В этой связи предполагается перевести всех конструкторов на единую конструкторскую программную среду, что повлечет расширение присутствия КОМПАС-3D на предприятиях кластера, особенно в части расширения системных библиотек пресс-форм, штампов, расчетов и пр. Касательно программного обеспечения ADEM, то 2 из 4-х тамбовских предприятий, входящих в госкорпорацию РОСТЕХ уже давно работают в данной системе.

центров с ЧПУ. В результате полное время на получение готовой детали сократилось с нескольких смен до 3 часов, из них 1 час 15 минут уходит на получение профиля!

Полный комплект конструкторской документации на проектирование специального фасонного режущего инструмента для точения шнека был разработан в КОМПАС-3D. А проектирование управляющей программы для изготовления инструмента осуществлялось в системе ADEM.

А еще предприятие производит импланты тазобедренных костей человека для медицинской отрасли и протезирования. Обработка этих сложных деталей выполняется на 5-ти координатном вертикально-фрезерном станке с ЧПУ с использованием высокоточной технологической оснастки и инструмента известных мировых производителей. Время изготовления одной детали — 3 часа.

*На текущий момент компания ADEM обеспечила возможность чтения файлов КОМПАС-3D и запуск системы ADEM CAM из интерфейса КОМПАС-3D. В ближайшем будущем интеграция двух программных продуктов углубится. ADEM CAM будет вписан в интерфейс КОМПАС-3D: внутри окна системы проектирования появятся инструменты создания плана обработки и управляющей программы для станка с ЧПУ.*



Проектирование управляющей программы обработки импланта и готовый имплант



## Система прочностного анализа APM FEM (НТЦ «АПМ») и топологическая оптимизация в APM WinMachine (НТЦ «АПМ») и КОМПАС-3D

Уже более семи лет конструкторы, работающие в КОМПАС-3D, имеют возможность проводить экспресс-анализ прочности своих изделий (как отдельных деталей, так и сборок) благодаря встроенной в интерфейс системе прочностного анализа APM FEM.

Единый как для геометрической, так и для расчетной модели интерфейс КОМПАС-3D обеспечивает простоту работы пользователя. За счет удобства интерфейса, а также за счет высокой степени автоматизации подготовительных процедур алгоритм работы по анализу несущей способности конструкции в APM FEM понятен интуитивно. Расчетная система работает напрямую с геометрической моделью КОМПАС-3D: нет необходимости передавать файлы через сторонние форматы. Это снижает вероятность появления ошибок и экономит время, затрачиваемое на разработку изделия. «Цель появления встроенного анализа прочности — предоставить простое и недорогое решение, которое

помогает уже на начальных стадиях проектирования принимать правильные и обоснованные конструктивные решения, используя построенные 3D-модели», — говорит **Сергей Розинский** (НТЦ «АПМ»).

Процесс выбора правильного конструктивного решения может быть итерационным, то есть цикл расчета придется проводить не один раз, но результат того стоит — разработчик получит уверенность, а клиент, эксплуатирующий изделие — спокойствие.

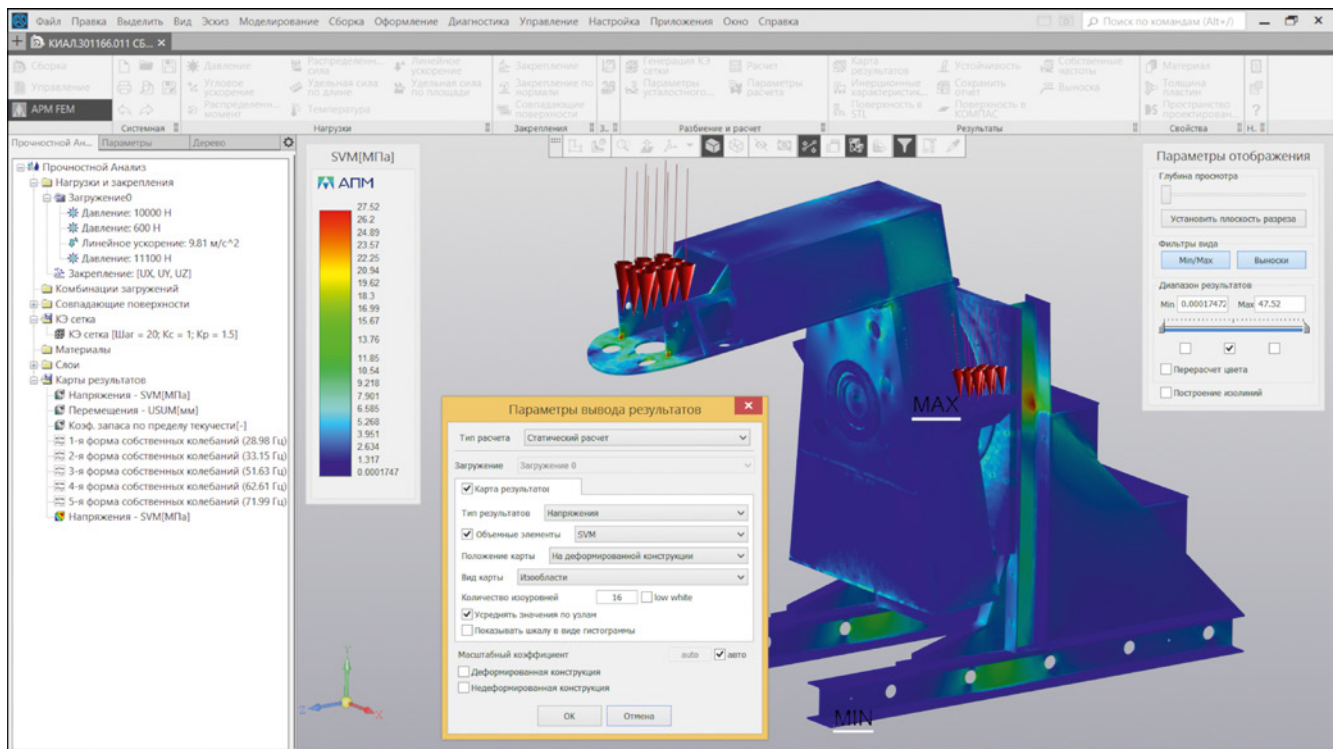
Применение APM FEM не отменяет работу специалистов-расчетчиков. Они могут использовать в своей работе более сложные и функциональные наполненные программные продукты НТЦ «АПМ» (например, APM WinMachine), которые позволяют проводить дополнительные виды анализа с учетом геометрической и физической нелинейности, нестационарного теплового воздействия, динамически меняющихся во времени нагрузок. Между APM FEM и «старшими» расчетными

продуктами НТЦ «АПМ» есть связь — расчетный файл сохраняется в едином формате. Соответственно, расчетчик может взять файл у конструктора и продолжить над ним работу для более углубленного инженерного анализа работоспособности модели.

### Новинка — топологическая оптимизация и генеративный дизайн

Проектирование современных изделий в условиях жесткой конкурентной борьбы требует создания конструкций, оптимальных по массе, прочности, жесткости и другим параметрам. Даже для опытного инженера решение таких задач не всегда очевидно. Помочь в этом вопросе может автоматизированный подбор оптимальной конструктивной схемы методом топологической оптимизации.

В КОМПАС-3D V18 на базе приложения APM FEM реализован механизм, позволяющий генерировать



Карта напряженно-деформированного состояния гамма-терапевтического аппарата «Рокус-Р»

## Сергей Шишкин,

руководитель конструкторского бюро НПО «Гидросистемы»

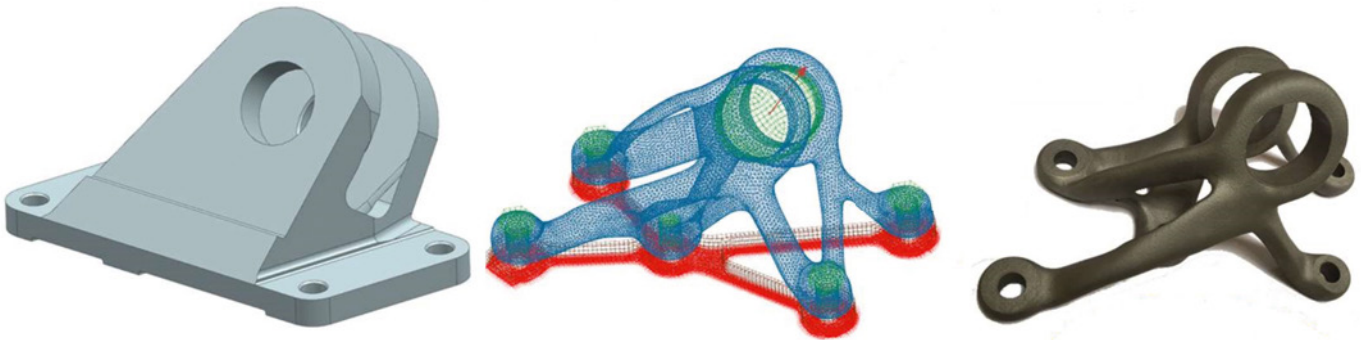
Мы работаем в APM FEM около пяти лет. На мой взгляд, связка APM с КОМПАС — это простое решение для конструкторов, без лишнего функционала. В рамках своих задач у этой связки все в порядке — именно то, что нужно. В своей работе мы чаще всего прибегаем к статическим расчетам (чаще перемещения), расчетам на устойчивость и модальному анализу. Так, за счет ассоциативной связи геометрической и расчетной модели мы не тратим время на конвертации 3D-моделей и повторное назначение граничных условий.

## Вячеслав Сидоренко,

начальник конструкторско-технологического отдела АО «ТОЧИНВЕСТ» (производство дорожных металлоконструкций и продукции дорожной инфраструктуры)

Технология востребована и в сфере строительства. Наши конструкторы используют APM FEM для предварительного расчета отдельных элементов с конца 2017 года. Приложение помогает проверять конструктору, в правильном ли направлении он движется при разработке. При проектировании, например, остановки, которые мы также производим, APM FEM значительно снижает трудозатраты при расчете оптимального сечения каких-либо элементов, воспринимающих постоянную статическую нагрузку.

Основная часть наших сотрудников работает в КОМПАС, и новые разработки для наглядности проектируются только в формате 3D, подключение приложения прямо из CAD очень удобно. Так, создав несколько исполнений в модели сборки, можно последовательно их рассчитать, сравнив результаты в отчетах.



Пример оптимизации детали типа кронштейн

3D-геометрию под заданные прочностные и массовые показатели. Инструмент поможет добиться снижения массы изделия при сохранении прочности, повысить прочность при сохранении массы, снизить резонансные явления.

Для вновь создаваемых изделий функция топологической оптимизации позволит: находить оптимальные пути передачи нагрузок в силовых системах, синтезировать силовые схемы с учетом компоновки детали

в общей конструкции изделия, «объединять» или «разъединять» детали, учитывать технологические ограничения, сокращать цикл разработки изделия за счет получения оптимальной конструкции на ранней стадии проектирования.

Для уже выпускаемых изделий топологический модуль позволит повышать жесткость и прочность деталей без увеличения массы и габаритов, сокращать массу деталей с минимальной потерей жесткости.

Ожидаемые эффекты применения топологической оптимизации:

- снижение массы несущих конструкций на 30 – 40 % без снижения прочности и жесткости (на 50 – 70 % с применением аддитивных технологий);
- повышение жесткости и прочности в 2 – 5 раз без увеличения массы;
- изменение низших собственных частот в несколько раз (эффективная отстройка от резонанса).

## Мультифизические расчеты: APM WinMachine (НТЦ «АПМ») + FlowVision (ТЕСИС)

Интеграция прочностного расчетного комплекса APM WinMachine и системы для расчетов аэро- и гидродинамики FlowVision позволяет решать сложные междисциплинарные задачи. Связка позволяет моделировать сильные взаимодействия конструкции и среды (FSI-Fluid Structure Interaction), когда изменение конструкции под действием среды становится значительным и влияет на движение или тепловые потоки самой среды.

Реализованная во FlowVision технология обмена данными с конечно-элементными (КЭ) расчетными комплексами позволяет передавать динамические нагрузки (силы и потоки тепла) из FlowVision на поверхности в КЭ-пакеты и принимать из КЭ-пакета деформированную под нагрузками геометрическую поверхность очень сложной формы. Обмен данными происходит автоматически в процессе расчета с заданным шагом обмена по времени. Таким образом, на каждом цикле обмена происходит деформация конструкции в APM WinMachine под воздействием среды и передача деформированной поверхности назад во FlowVision.

### Междисциплинарное моделирование для создания более совершенных конструкций

Сегодня междисциплинарное моделирование — это повышение предсказательных возможностей инженера-конструктора или технолога. До появления эффективных технологий расчета взаимодействия жидкости и конструкции использовались упрощенные подходы, когда гидродинамические или термические нагрузки заменялись усредненным постоянным значением. Рассчитанная таким образом нагрузка зачастую задавалась на поверхности, которая сильно отличалась от поверхности взаимодействия со средой в реальном изделии.

Прямое совместное моделирование позволяет учесть более тонкие эффекты и повысить точность расчетов. Для ряда физических процессов, таких как кровотоки в живом сердце или работа мембранного (диафрагменного) насоса, цифровое моделирование возможно только с использованием FSI-подхода.

Связка APM и FlowVision может применяться на этапе конструирования или доводки изделия. А также при проектировании технологических процессов. Возможны следующие сценарии использования FSI-моделирования:

- на этапе проектирования изделия требуется оценить работу устройства и предсказать его характеристики;
- после серии аналитических, прочностных и аэродинамических расчетов, требуется проанализировать работу устройства с большей точностью, учтя изменения геометрической формы изделия под действием ветровой или гидравлической нагрузки;
- при проектировании технологического процесса производства требуется максимально точно рассчитать теплонапряженное состояние изделия или технологической оснастки для достижения максимальной производительности и безопасности технологического процесса.

### Области применения

#### Судостроение:

- моделирование гидродинамических нагрузок на конструкцию плавучих судов.

#### Авиастроение:

- расчет характеристик летательного аппарата с учетом деформации элементов оперения под аэродинамической нагрузкой.

#### Насосы, компрессоры, двигатели, гидравлика:

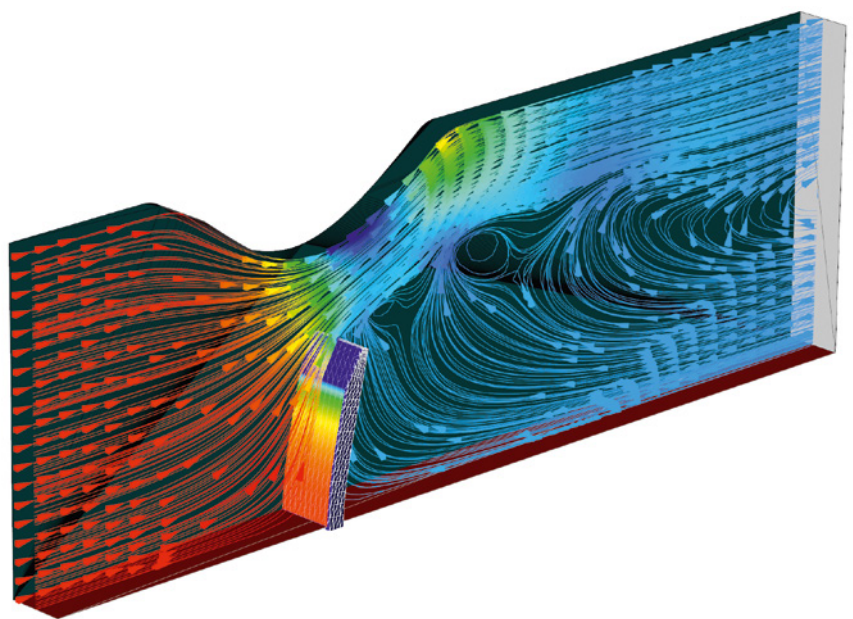
- моделирование теплонапряженного состояния элементов турбин и компрессоров;
- анализ резонансных и аварийных режимов работы устройств;
- моделирование сложных динамических гидравлических систем с подвижными и гибкими деталями (гибкие клапаны, лопастные насосы, маслоъемные устройства и уплотнители).

#### Медицина:

- моделирование кровотока в сосудах;
- моделирование работы искусственных сердечных клапанов;
- моделирование офтальмологических и операций стентирования сосудов.

#### Архитектура:

- моделирование влияния ветровых нагрузок на конструкцию различных сооружений;
- моделирование взаимодействия взрывной волны и конструкции;
- моделирование нагрузок от волнения на воде на конструкции мостов и плавучих платформ.



Результаты совместного моделирования гибкого лепесткового клапана. Во FlowVision представлены линии тока вокруг согнувшегося клапана в плоском гидравлическом канале



Консорциум

РазвИтие

Решение сложнейших  
инженерных задач  
с помощью  
отечественного ПО

[plmrussia.ru](http://plmrussia.ru)

# Российские PLM-системы: надежность и универсальность

*В чем преимущество отечественных PLM-решений? Могут ли они быть интегрированы с западными? Как выстраивать взаимодействие с вендорами? Эти и другие вопросы волнуют предприятия, которые решают внедрить PLM-систему. Команда консорциума отвечает здесь и сейчас.*

*Зачем мне PLM? У меня свой PLM из «зоопарка» систем с кастомной интеграцией.*

Свой PLM — это уже хорошо! Значит, есть понимание, что это неизбежный, но правильный путь. Вопрос в том, как преодолевать трудности на этом пути и развиваться в нужном вам направлении. Можно самостоятельно, а можно — в совместной работе с российскими производителями, которые нацелены на результат — удовлетворение пользовательских потребностей. Но здесь возникает следующая задача. Находясь в «зоопарке» вендоров, клиенту не так просто организовать единый порядок действий, который был бы для него максимально удобен. Такое случается из-за того, что каждый разработчик норовит перетянуть одеяло на себя.

*Зачем мне российские решения?*

Отечественные решения создаются в соответствии с действующими в России нормами, исходя из знаний о местных условиях и особенностях выполнения работ и ведения проектов. Они, как правило, дешевле импортных и могут быть сертифицированы ФСТЭК России на отсутствие недеklarированных возможностей.

Поскольку PLM-решения почти всегда требуют внедрения, важной становится связка продукт-внедренец. Отечественные разработчики (например, АСКОН) имеют офисы в большинстве крупных промышленных городов России. За счет территориальной близости такие компании могут быстрее оказать техническую поддержку. А в критических ситуациях, когда счет идет на часы, специалист придет на предприятие в тот же день. Если же у заказчика есть особые требования к системе, всегда есть возможность оперативно ее доработать.

Немаловажно и наличие полноценных обучающих программ по работе с отечественными решениями. К тому же, техподдержка таких систем обычно разговаривает с пользователем на одном языке, а это всегда эффективно. Наконец, нельзя забывать и о полной независимости от иностранных поставщиков — заказчиков, которые выбирают российские PLM-системы, не коснутся санкции. Упрощаются административные процессы, так как используются отечественные стандарты работы, а все расчеты проходят в рублях.

Западный же вендор имеет немало рычагов влияния на управление конструкторско-технологическими данными. Ввиду сложной политической обстановки не исключено, что он этими рычагами воспользуется. Все-таки гораздо эффективнее работать на независимом и самодостаточном рынке.

*Зачем перестраивать процессы под новые продукты?*

Новые российские продукты могут лучше отвечать требованиям пользователя и иметь более низкую стоимость долгосрочного владения. Также в текущей ситуации выгодно строить свои рабочие процессы на импортонезависимых программных продуктах, о чем уже говорилось выше. Многие молодые специалисты — выпускники вузов — в процессе обучения знакомятся и используют в процессе учебы именно российское ПО.

*Почему нельзя построить PLM-комплекс на связке отечественных и зарубежных решений? Почему использование зарубежного PLM-решения повышает риски для предприятия?*

Комплекс на разном ПО построить можно. Здесь необходимо оценивать стоимость владения и интеграции программного обеспечения. Часто интеграционные шины стоят дороже предприятию, чем единое решение. Поэтому крупные зарубежные предприятия зачастую строят решения на одном поставщике.

Кроме того, при выстраивании отношений с иностранными разработчиками всегда существует вероятность одностороннего разрыва отношений. Также не стоит забывать, что приоритетная задача западных вендоров — это удовлетворение национальных промышленных клиентов, что приводит к развитию продуктов под диктовку западных компаний. Зарубежные продукты могут не поддерживать в полной мере часть отечественных стандартов.

Если вы хотите иметь надежный инструмент для решения ваших повседневных и будущих задач, то лучшим выбором будет выстраивание долговременных взаимоотношений с отечественным вендором. Совместное развитие — гарантия снижения рисков и повышения надежности отношений.

*Зарубежные продукты существуют давно, а наши только появились. Они заведомо отстают.*

Ведущие зарубежные и российские вендоры появились одновременно, в конце 80-х. При этом отечественная математическая школа приняла активное участие в развитии отдельных западных решений. Сегодня компании консорциума уже давно перешагнули двадцатилетний рубеж работы на российском и международном рынках (а некоторые приближаются и к тридцатилетнему).

Накопленный опыт говорит, что российская экосистема инженерного ПО вышла на определенный порог зрелости и успешно конкурирует с западными решениями. Отличия в функциональности отечественных и зарубежных решений прежде всего говорят не об отставании отечественных вендоров, а о нескольких разных приоритетах отечественных предприятий и их зарубежных коллег. Если есть конкретные области, где пользователям не хватает существующего функционала, то российские разработчики готовы к диалогу и дальнейшему совершенствованию. Тесный симбиоз разработчика и заказчика — это единственная успешная форма развития PLM-инструментария: каждая система сильна своими пользователями.

*Зарубежные решения давно на рынке, версии западных САПР приближаются к мажорным версиям 15,16,17. Как молодые отечественные решения могут тягаться по функциональности?*

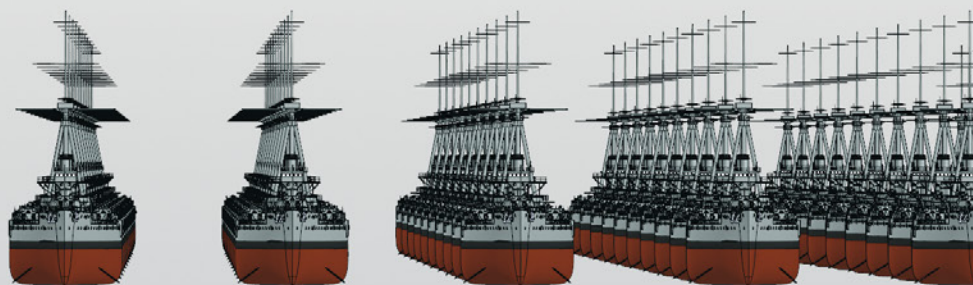
«Молодые отечественные решения» — понятие относительное. Как уже было сказано выше, среди отечественных ИТ-решений существуют такие, история развития которых исчисляется десятилетиями. К тому же нужно, в первую очередь, отталкиваться от конкретных задач того или иного заказчика. Как показывает наш опыт, почти все задачи подавляющего большинства клиентов проще и дешевле решаются с помощью российского ПО.

*У нас большая база данных с наработками по проектам в существующем софте. Как перейти на новый софт и не потерять ничего?*

Задача обмена данными является актуальной не только при переходе с одной системы на другую, но и при ведении промышленных проектов силами нескольких различных коллективов, порой разбросанных по стране или миру. Для решения этой задачи уже давно существуют соответствующие интеграционные решения, которые развиваются параллельно САД-системам. Как и в других частях инженерного ПО, в данной области также не обошлось без отечественной математической школы. Сегодня пользователям КОМПАС-3D для чтения САД-моделей популярных западных систем доступны технологии мирового уровня, созданные в России и используемые всемирно известными промышленными гигантами. Библиотека KompasVidia от компании ТЕСИС обеспечивает чтение проприетарных форматов CATIA, UG NX, Creo, SolidWorks и прочих. Также КОМПАС-3D обладает собственными инструментами для чтения форматов JT, STEP 242 и IGES.



**2,3 млн**  
КОМПОНЕНТОВ  
в сборке\*



\* Экспериментальная сборка в КОМПАС-3D v18

Корабль из 7 тыс. компонентов всех уровней

Количество кораблей — 330

Созданы с использованием массивов

# Новый быстрый мощный КОМПАС-3D



**Татьяна Сандалова,**  
маркетинг-менеджер КОМПАС-3D

*Есть три вещи, на которые можно смотреть вечно: как течет вода, как трещит в камине огонь и как загружается большая сборка в старых версиях КОМПАС-3D. Но все изменилось — в сентябре вышла КОМПАС-3D v18, самая быстрая и производительная версия в истории КОМПАС! Многие годы пользователи просили ускорить работу с тяжелыми сборками, и теперь, после нескольких лет исследований и кардинального обновления архитектуры продукта, мы сделали это.*

Улучшения коснулись многих процессов, которые создают примерно одно впечатление от версии: КОМПАС стал гораздо быстрее. КОМПАС-3D v18 стоит попробовать хотя бы потому, что хочешь сам увидеть, как это — вращать флотилию в 2,3 миллиона компонентов. На технологической выставке форума «Белые ночи САПР 2018» каждый мог оценить возможности новой версии. Увидев вживую, как свободно вращается сборка в 2 млн. компонентов в новом КОМПАС, один из участников форума спросил: «Это что — видео?»

Ежегодно КОМПАС проходит альфа-тестирование — самые волнующие первые испытания в узком кругу участников. Затем аудитория расширяется, и

проводится бета-тестирование, где каждый может поработать на близкой к релизу версии. Восемнадцатый КОМПАС начали проверять «на прочность» в конце апреля, в этом году к бета-тестированию присоединилось более 1 000 человек, сотрудников предприятий из разных отраслей. Никто лучше самого пользователя не знает, какие элементы и функционал требуются для стабильной комфортной работы. Специалистов некоторых предприятий настолько впечатлили новые скорости, что они захотели перенести все текущие проекты в бета-версию, не дожидаясь осенней премьеры. Так чем же удивляет новый КОМПАС-3D? Слово — предприятиям, которые уже поработали с обновленным инструментом.

Тестировали новую конвертацию. Та конвертация, которую я делал у себя на работе, удавалась далеко не всегда и занимала от часа до двух. Сейчас во всех интересных мне разрешениях КОМПАС уложился в 15 минут. Все эксперименты проводил на больших моделях.

#### **Завод котельного оборудования**

Больше всего понравилась группировка смежных операций в одном окне — нажатий на клавишу мыши стало меньше и 3D-модели создаются быстрее. А еще понравился интерфейс: удобный и функциональный.

#### **Биотехпрогресс**

Очень понравилась идея с макетами. У нас много импортированных тяжелых моделей, от которых требуется четкая геометрическая точность внешних габаритов. Просто внешний габарит нас не устраивает, потому что сами модели имеют различные выемки, зону обслуживания и т. д. Нам приходилось рисовать руками то, что сейчас можно сделать за пару-тройку минут — это сильно упростит нам жизнь.

#### **Экспертный технический центр ЦКБН**

Частичный тип загрузки помог увеличить производительность при первых тестах. Навигация стала понятней. Появилась возможность перестроения отдельного ассоциативного вида — очень пригодилось.

#### **Металлстроймаш**

Сборки открываются быстрее, модель перерисовывается плавно, уровень детализации — оптимальный. Интерфейс и логика работы постепенно приходят к логике работы других САД: легче переучиться. В целом, получилось удачно.

#### **Вибро-прибор**

Скорость заметно увеличилась — модели не зависают при масштабировании и повороте, отображаются плавно, про упрощенное отображение можно забыть. Теперь мы можем спокойно демонстрировать большие сборки и показывать элементы конструкции заказчику.

#### **АО «УСПК»**

Даже в бета-версии скорость работы, по субъективным ощущениям, как минимум в три раза выше, КОМПАС просто летает.

#### **Экофил**

## Что важного произошло с новой версией?

### **Более 30 типовых процессов стали выполняться быстрее**

Увеличилась скорость выполнения базовых операций с моделью: открытие, перестроение и закрытие. Быстрее стали операции вращения, перемещения и масштабирования больших сборок. Кроме того, повысилась скорость формирования спецификации — теперь она формируется за секунды.

### **Опция Макет упростила избыточно сложные компоненты сборки**

Применять «макет» в КОМПАС-3D означает заменить геометрию тяжелого компонента геометрией более простой модели. Работа с такой сборкой станет еще быстрее и комфортнее. При этом Макет обладает свойствами оригинала, а значит, по сборке, состоящей из макетов, можно сформировать актуальный отчет или спецификацию.

### **Появилась быстрая вставка крепежа и типовых соединений**

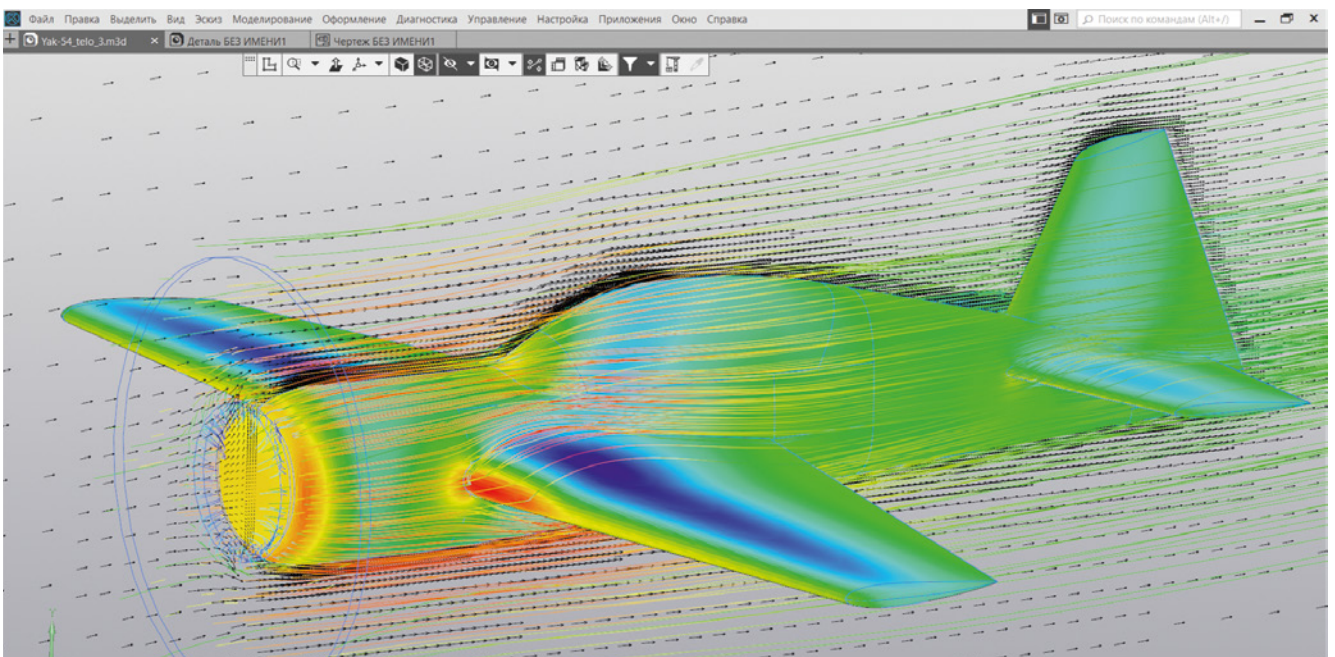
С помощью приложения Оборудование: Металлоконструкции можно создавать собственные типовые соединения, которые многократно встречаются в одном изделии, а затем выбирать и размещать нужное из них между опорными деталями конструкции: профилями или пластинами. А благодаря новой команде «Болтовое соединение» можно добавлять крепеж в группу отверстий за один клик. Крепежное соединение может включать болты, шайбы и гайки.

### **Топологическая оптимизация**

Исключение до 70 % объема модели с сохранением требуемой прочности изделия с помощью встроенного приложения «APM FEM. Топологическая оптимизация» (совместный продукт АСКОН и НТЦ «АПМ»).

### **Гидрогазодинамика**

Решение задач гидрогазодинамики и теплообмена непосредственно в окне КОМПАС-3D с помощью приложения KompasFlow (совместный продукт АСКОН и ТЕСИС).



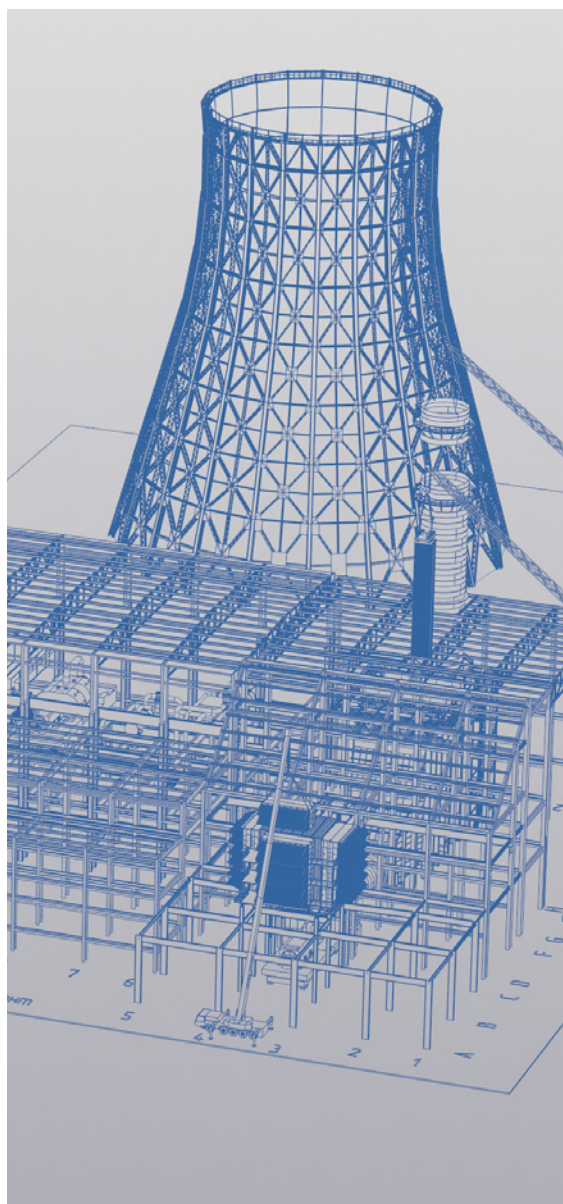
Основная часть наших сотрудников работает в КОМПАС, и новые разработки для наглядности проектируются только в формате 3D, подключение приложения прямо из CAD очень удобно



# Сравнение производительности версий КОМПАС-3D с V16 по V18

Все испытания проводились на тестовой сборке  
«Парогазовая установка ПГУ-410 МВт»  
Количество компонентов: 100 774  
Авторы: И. Ф. Насибуллин, С. А. Скробов  
(ЗАО «ТРЕСТ СЗЭМ»)

Критерии	V16	V17	V18
Сохранение сборки, [сек]	665	649	<b>32</b>
Расчёт МЦХ, [сек]	2 927	391	<b>10</b>
Получение информации об объекте, [сек]	397	396	<b>1</b>
Вставка нового компонента, [сек]	260	295	<b>39</b>
Выбор (селектирование) объектов в дереве, [сек]	5,1	3,2	<b>1</b>
Выбор (селектирование) грани в модели, [сек]	8,9	5,1	<b>1,9</b>
Переключение ориентаций, [сек]	46	27	<b>1,9</b>
Создание отчета по сборке, [сек]	1 027	44	<b>0,9</b>
Создание спецификации, [сек]	127	115	<b>0,4</b>
Перестроение спецификации, [сек]	157	34	<b>0,3</b>
Сохранение спецификации, [сек]	689	840	<b>0,6</b>
Построение СБ (трех стандартных проекций с модели), [сек]	1 450	1 216	<b>124</b>
Перестроение СБ, [сек]	1 668	1 174	<b>122</b>
Закрытие СБ	25	12	<b>4</b>
∑ [мин]	02:37:32	01:26:41	<b>00:05:39</b>
<b>Скорость отрисовки модели [fps]</b>			
при вращении	0,3	0,4	<b>28,4</b>
при сдвиге	0,4	0,5	<b>41,9</b>
при масштабировании	0,2	0,3	<b>24,4</b>



Когда-то эта модель с трудом вращалась даже на профессиональной графической станции.  
А сейчас с ней комфортно работать и на обычном ноутбуке!

# Они знают, из чего сделана САПР



**Олег Зыков,**

директор компании C3D Labs,

*о развитии 3D-функционала  
продуктов консорциума  
с помощью инструментария  
C3D Toolkit*

*Читатели «Стремления» хорошо знают, что АСКОН всегда строил разработку, основываясь на собственных технологических решениях. В 1995 году, когда встал вопрос о создании собственной трехмерной САПР, ядро для нее также было решено делать самостоятельно, и спустя пять лет на рынок вышел КОМПАС-3D. Еще целых 12 лет после этого геометрическое ядро КОМПАСа использовалось исключительно программистами АСКОН, обеспечивая функционалом растущую армию пользователей в машиностроении и промышленно-гражданском строительстве.*

## Новые сферы применения

Осенью 2012 года на свет появилась C3D Labs — дочерняя компания АСКОН, перед ней поставили задачи дальнейшего развития и коммерциализации ядра, получившего название C3D. С этого момента ядро стало доступно внешним (по отношению к КОМПАС-3D) разработчикам и начало развиваться активнее из-за новых сфер применения. Задачи со стороны архитектурно-строительных САПР начала ставить компания Renga Software, со стороны мебельщиков — БАЗИС и Центр «ГеоС», инженерных расчетов — НТП Трубопровод и РФЯЦ-ВНИИЭФ, ЧПУ — НИП-Информатика и Мордовский Государственный Университет им. Н. П. Огарева, и так далее: чем дальше, тем больше и разнообразней становились требования.

Появление консорциума отечественных разработчиков «РазВИТие» активизировало технологическую кооперацию входящих в него компаний и неминуемо отразилось на C3D. Первым «под удар» попал модуль обмена данными C3D Converter, который отвечает за чтение и запись 3D-моделей в КОМПАС-3D. В частности, выявились нюансы при передаче моделей из КОМПАС-3D в ADEM CAM, которых не было видно при конвертации между разными CAD-системами. Пришлось дорабатывать конвертеры — и сегодня связка КОМПАС-3D — ADEM CAM успешно работает на предприятиях, о чем можно прочитать в этом номере журнала.

Логичным продолжением стал интерес участников консорциума и к самому геометрическому ядру C3D Modeler.

C3D оказалось конкурентоспособным и на мировом рынке: его выбирают для развития своих продуктов самые разные компании, в том числе гранды, такие как Altium. Сегодня на ядре C3D разрабатываются самые разные САПР в России, США, Корее, Китае, Индии, Турции, Швеции, Дании, Японии. Пришлось усиливать команду и открывать новый офис разработки в Нижнем Новгороде — в дополнение к основному офису в подмосковной Коломне.

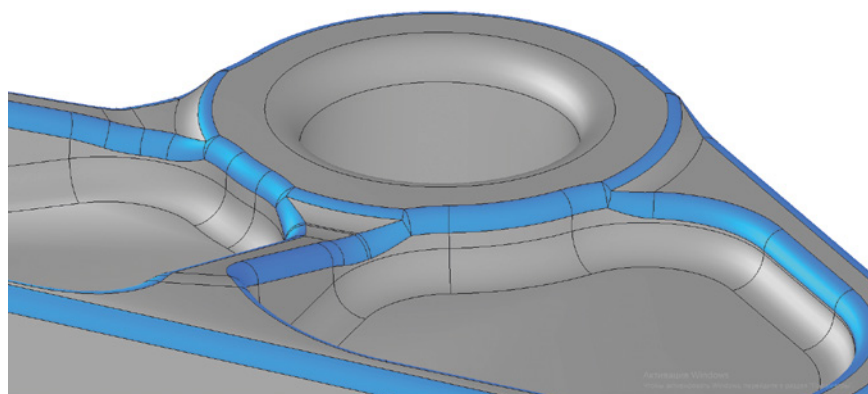
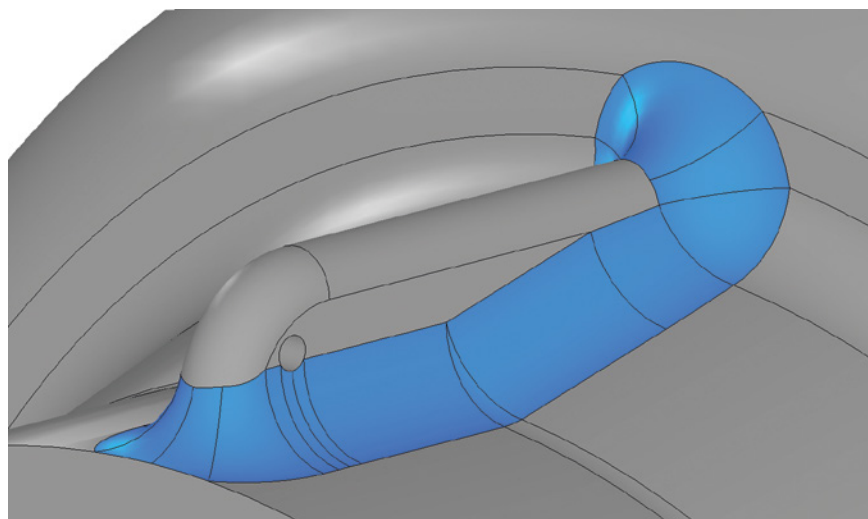
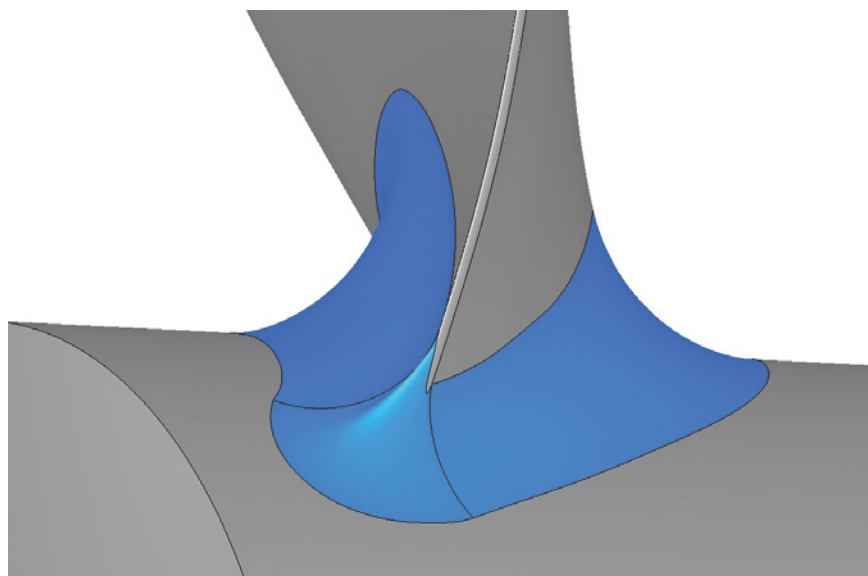
Первыми преимущества использования C3D оценили в ЭРЕМЕКС. Наши коллеги с фантастической скоростью (меньше чем за четыре месяца) интегрировали к себе C3D Modeler для построения геометрии и C3D Viewer для ее визуализации. Это дало существенный прирост возможностей как для флагманского продукта компании, САПР Delta Design, так и для его интеграции с КОМПАС-3D. Красивые картинки с трехмерными платами поразили немало участников форума «Развитие» в 2017 году.

Почему в случае с ЭРЕМЕКС внедрение C3D прошло так быстро и дало такой эффект? Во многом потому, что Delta Design — относительно молодой продукт, большая часть функциональности которого ранее лежала в области 2D. Над коллегами не висело наследие своих старых разработок или других компонентов. 3D сейчас — явный тренд на рынке ПО для проектирования печатных плат, и возможности C3D Modeler идеально подошли для рывка. У ЭРЕМЕКС большие планы по развитию трехмерного моделирования в Delta Design, и C3D открывает перед ними широкие возможности. В частности, на замену C3D Viewer планируется разработать собственную систему визуализации с использованием движка C3D Vision.

## Дальше — больше

Не остались в стороне и другие участники консорциума. Сейчас оценивают C3D и думают о его использовании и в ТЕСИС, и в НТЦ «АПМ». И у тех, и у других — продукты с большой историей разработки, многое было сделано своими силами, и внедрить C3D уже не так просто. Отмечу, что мы никого не загоняем на свою платформу. Каждый разработчик решает сам, какие модули ядра и как использовать. C3D применяется только там, где это дает ощутимый экономический и (или) технологический эффект. Так что мы консультируем коллег по возможностям компонентов C3D Toolkit и ждем окончательного решения об их применимости.

Расширение применения C3D партнерами дало эффект и для АСКОН — например, в КОМПАС-3D v18 появился импорт формата .c3d, что позволяет читать модели, пришедшие из партнерского ПО: платы из Delta Design или результаты расчетов из FlowVision и АПМ FEM (в перспективе). О многочисленных доработках и решениях частных случаев в самом геометрическом ядре можно и не говорить — каждое такое улучшение, сделанное для заказчика, в конечном итоге улучшает и КОМПАС-3D.

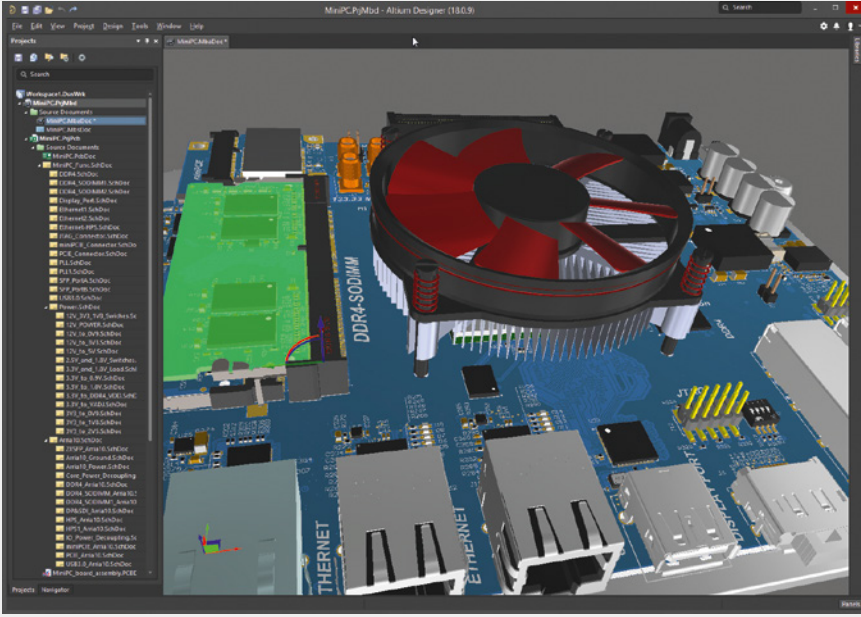


*Разработчики КОМПАС-3D каждый год ставят все новые и новые задачи перед математиками C3D Labs. Одно из основных направлений развития C3D 2018 (войдет в КОМПАС-3D v18) — скругления*

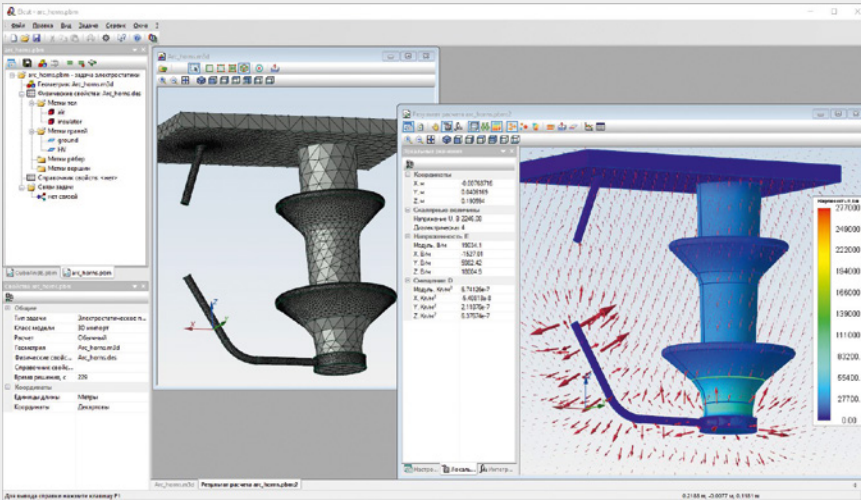
**C3D Converter читает и записывает 3D-модели в наиболее популярных обменных форматах: STEP (AP203, 214, 242), IGES, ACIS (SAT), Parasolid (X\_T, X\_B), JT, STL, VRML**



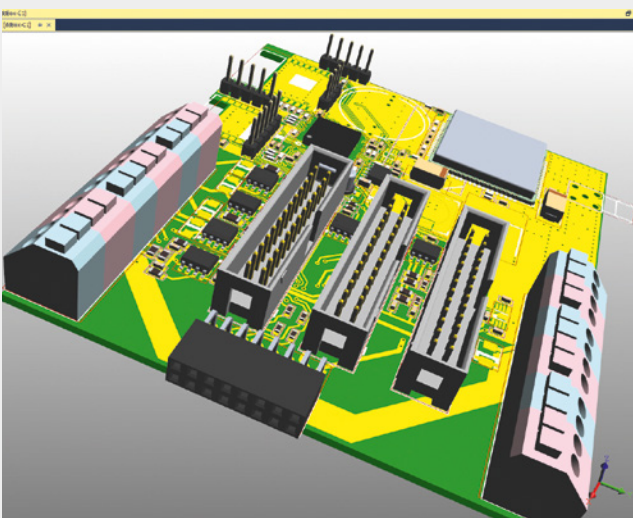




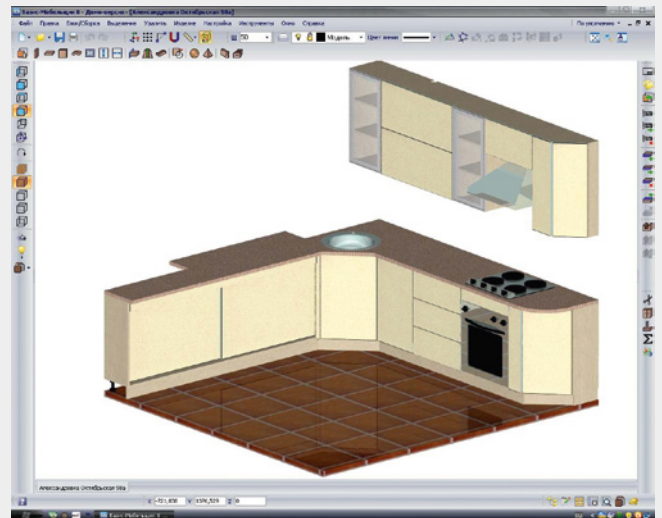
Компания Altium лицензировала набор инструментов C3D Toolkit в конце 2017 года и планирует с его помощью усовершенствовать 3D-моделирование в системе Altium Designer. Одна из задач, где применяется ядро C3D, связана с прокладкой проводников по поверхности твердого тела при проектировании трехмерной печатной платы



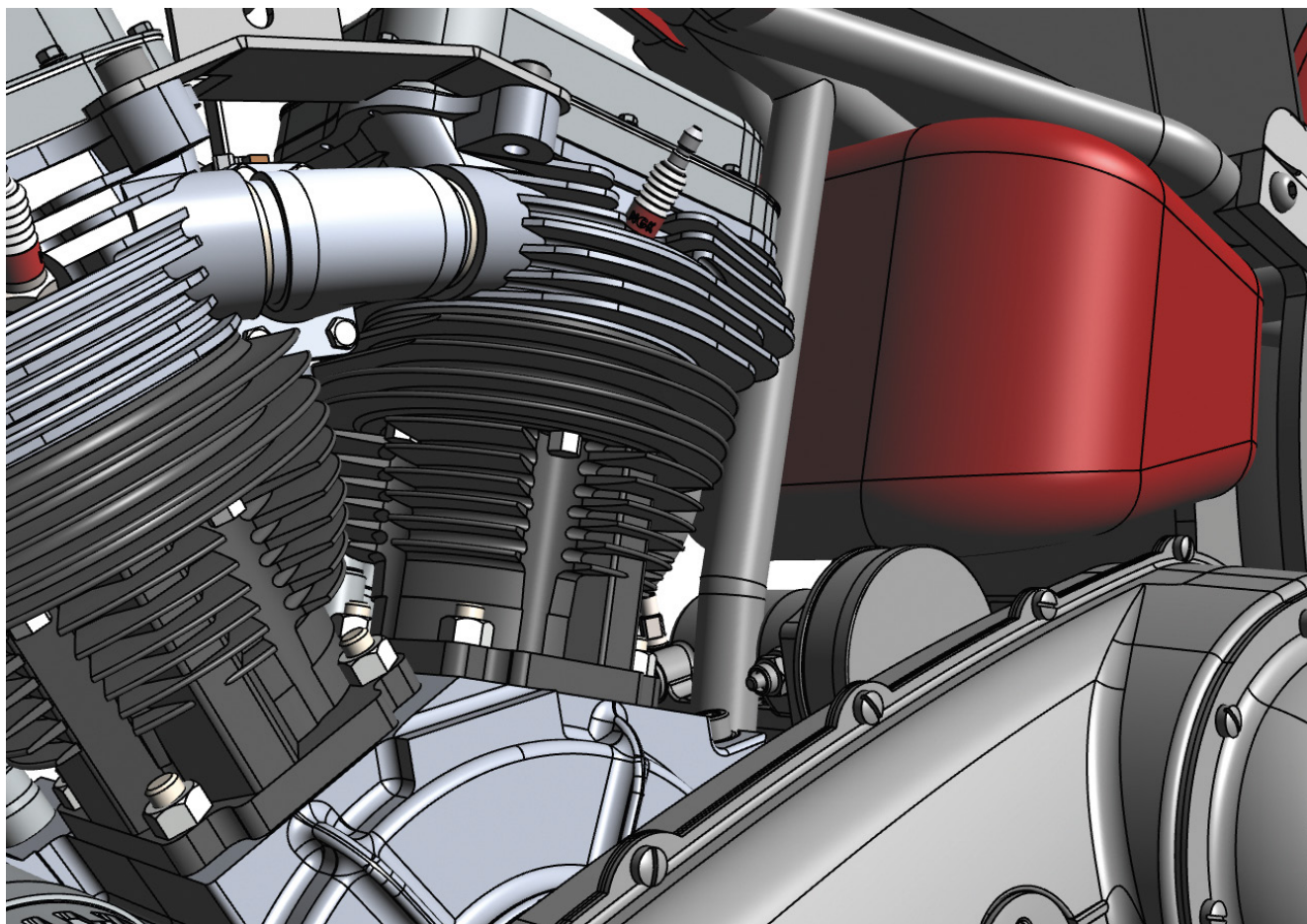
Российский разработчик расчетного программного обеспечения «Тор» выбрал инструментарий C3D Toolkit для развития 3D-моделирования в программе ELCUT, выполняющей численное моделирование электромагнитных, тепловых и механических задач методом конечных элементов



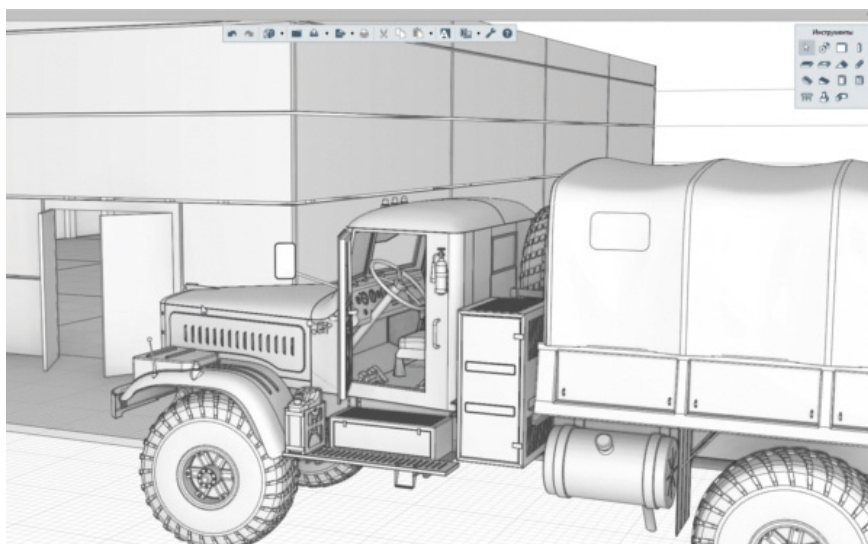
Delta Design с функционалом трехмерного моделирования, построенного на базе C3D Modeler, визуализация реализована средствами C3D Viewer



Уже пять лет использует ядро C3D российский производитель систем автоматизированного проектирования для мебельной промышленности фирма Базис-Центр. За это время в системе БАЗИС реализованы самые современные возможности трехмерного моделирования, востребованные участниками российского и зарубежного мебельного рынка



Модуль визуализации C3D Vision отвечает за визуальное отображение геометрических моделей и функционирование графического интерфейса инженерного приложения



Вставка автомобиля, разработанного в КОМПАС-3D, в сооружение, спроектированное в Renga Architecture. Формат .c3d

Наша цель — сделать все возможное, чтобы продукты на базе C3D стали как можно более массовыми и наш формат данных .c3d стал популярным обменным форматом на российском рынке



Наша цель — сделать все возможное, чтобы продукты на базе C3D стали как можно более массовыми и наш формат данных .c3d стал популярным обменным форматом на российском рынке. Станет ли при этом C3D Toolkit базовой платформой для всего ПО консорциума или будет внедрен по мере необходимости — не так важно. Главное, чтобы все ПО «умело» читать и записывать формат .c3d. Это реалистичная и прагматичная цель, которая улучшит интеграцию ПО и облегчит работу заказчиков, выбравших для автоматизации отечественный комплекс консорциума «РазВИТие».



# От управления несоответствиями — к управлению качеством



Многие клиенты АСКОН знают, что компания развивает новое направление для применения своих продуктов — обеспечение качества выпускаемой продукции. Подобные вопросы актуальны для предприятий любой отрасли. Совсем недавно АСКОН выпустил новую версию системы «8D. Управление несоответствиями», одновременно с этим продукт сменил название. Разбираемся, что к чему.



## Дмитрий Афонин,

руководитель отдела разработки типовых решений,

*о ключевых изменениях системы «8D. Управление несоответствиями», принципиально расширяющих ее функционал*

В 2016 году вышел продукт «8D. Управление несоответствиями», который выполнял простые, но важные задачи: сбор и анализ данных по дефектам продукции на различных этапах жизненного цикла. Важность этой первичной информации сложно переоценить — на ее основе формируются рейтинги поставщиков, производственных подразделений по качеству, планируется и направляется деятельность служб, которые должны обеспечить соответствие продукции требованиям. Кроме того, при необходимости возможно инициировать корректирующие действия, в рамках которых устраняются последствия и причины несоответствия.

По отзывам первых пользователей стало понятно, в каком направлении необходимо развивать продукт — совсем недавно мы выпустили новую (уже четвертую) версию системы, которая содержит в себе несколько ключевых изменений, которые принципиально расширяют ее функционал.

### Учет всего объема продукции, проходящей через контрольные операции

В предыдущей версии системы было возможно учитывать только продукцию с дефектами. Это создавало определенные неудобства — все-таки подавляющее большинство продукции любого предприятия качественная, и стандарты требуют вести ее учет.

Теперь в системе можно учитывать не только несоответствия, но и всю продукцию, которая прошла контроль или испытания. Специальный справочник позволяет указать тип деятельности, в процессе которой был определен статус продукции: контроль, приемосдаточные испытания, аудит и т.д. (рис. 1).

Нашим пользователям больше не требуется вести кучу журналов, чтобы узнать, прошла ли продукция приемку и возможно ли ее использовать в производстве. Обеспечивается прозрачность всех операций: кто, когда и какое изделие проконтролировал, какие действительные значения параметров были при этом получены. Подобные сводки позволяют подтвердить качество выпускаемой продукции и создают основу для поиска причин возникновения дефектов.

Помимо текстовой информации система предлагает возможности использования изображений. Это позволяет значительно повысить уровень восприятия информации и упрощает описание сложных дефектов. Если в систему заносится информация о качественной продукции, то возможно прикрепить изображения образцов продукции, которые были использованы при контроле.

### Поэкземплярный учет продукции

Если предприятие производит мелкосерийную или штучную продукцию, может возникнуть необходимость ор-



ганизовать прослеживаемость каждого экземпляра. Для поэкземплярного учета продукции в нашей системе используются индивидуальные номера изделия (рис. 2).

Поиск по такому номеру поможет предоставить информацию о перечне всех точек контроля, которые прошел данный экземпляр. Подобный поиск на стадии эксплуатации поможет выявить повторяющиеся отказы конкретного экземпляра продукции. Полученная таким образом информация, например, может использоваться для расчета периода проведения технического обслуживания.

## Разрешение на отклонение

Изначально функционал в нашей системе предлагал решение задач клиента по двум направлениям:

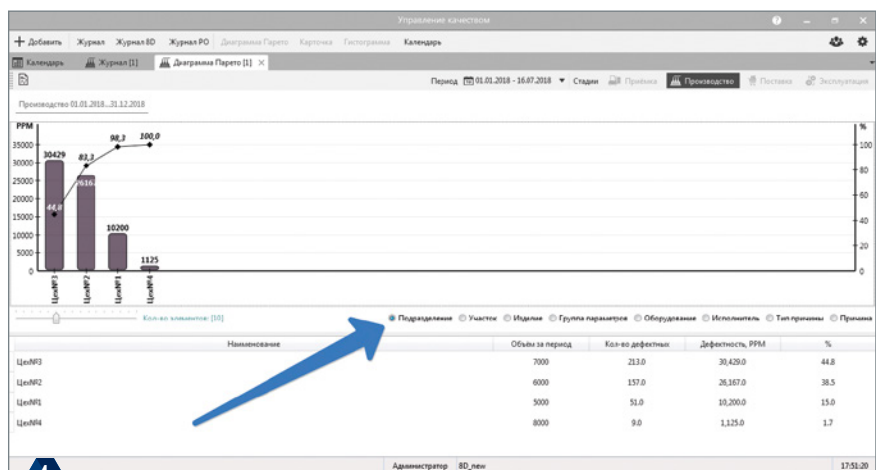
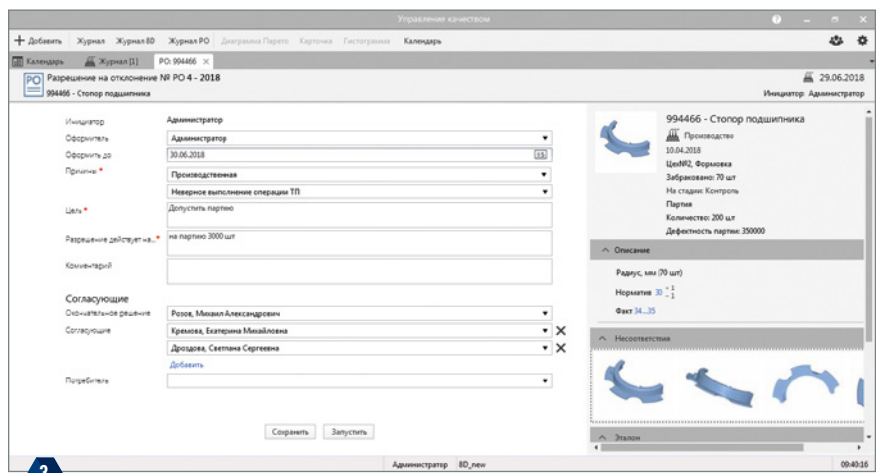
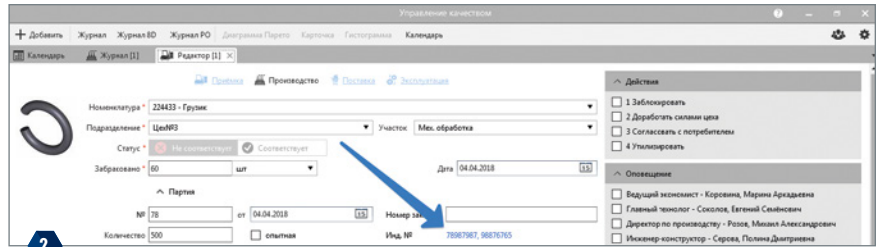
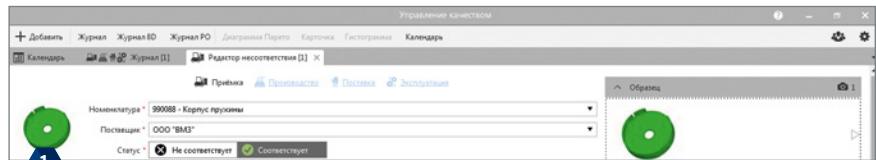
- учет и анализ несоответствий продукции;
- проведение корректирующих действий по выявленным несоответствиям по методике 8D.

Наш опыт показывает, что хотя тема корректирующих действий и является полезной, но на практике они инициируются достаточно редко, обычно вместо них оформляется разрешение на отклонение, которое допускает использование продукции с отклонениями от нормативных требований. И в новой версии системы мы реализовали данный функционал. По каждому несоответствию пользователь может инициировать оформление разрешения (рис. 3).

## Отчеты

Отчеты структурируют информацию по дефектам, чтобы сделать ее пригодной для принятия управленческих решений. До этого мы предлагали возможность построения диаграммы Парето по подразделениям, по изделиям, по группам параметров. В новой версии мы значительно расширили диапазон применения отчетов. Теперь вы можете посмотреть рейтинг производственных участков, исполнителей или оборудования, на котором был произведен дефект. Для анализа доступны как сами причины, так и группы причин (конструкторские, технологические, производственные) (рис. 4).

Ранее мы сталкивались с тем, что термин «несоответствия» иногда вызывал уточняющие вопросы у заказчиков. А поскольку перечисленные выше новшества позволяют теперь управлять не только несоответствиями, но и правильными производственными решениями, которые комплексно влияют на качество продукции, принято решение



о переименовании продукта. Новое имя — «8D. Управление качеством». Такой подход существенно расширяет область понимания и применения продукта, позволяет предлагать инструменты для реализации различных требований системы менеджмента качества промышленного предприятия.

В заключение. Как и все продукты АСКОН, помимо своего основного назначения система «8D. Управление качеством» выполняет важную функцию — сокращает временные потери

компании. Надо признать, что в процедурах оформления корректирующих действий и разрешений на отклонения помимо инженерной составляющей присутствует еще и организационная. В этих процедурах могут участвовать практически все подразделения компании, поэтому временные потери неизбежны. Мы помогаем их минимизировать и самое главное — оперативно изучить имеющийся опыт по решению проблем и принять объективное решение, основанное на фактах.

# «Развитие» в МИФИ: как рождаются инженеры



**Ольга Чернядьева,**  
руководитель образовательной  
программы АСКОН

*Ключевая ценность любого предприятия — его сотрудники. Тем дороже они становятся и тем сложнее найти настоящего профессионала, когда речь заходит о технологических компаниях. Поэтому подготовка востребованных специалистов, знакомых с тенденциями отрасли и умеющих работать с актуальными техническими инструментами, должна начинаться с первого курса обучения.*

Теория — неотъемлемая база, без которой невозможен старт, но именно практика и работа руками — с самого первого курса — позволяют студентам становиться конкурентоспособными на рынке труда. Как раз для формирования практических навыков у студентов университеты заручаются поддержкой профильных компаний, которые со своей стороны могут предоставить необходимые инструменты и экспертизу.

Так, этим летом Институт ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ (ИЯФит НИЯУ МИФИ) подписал соглашение с консорциумом «Развитие» о стратегической подготовке инженерных кадров. Институт решил использовать сквозное PLM-решение консорциума для модернизации образовательной программы, взяв за базу непрерывное закрепление навыков в области компьютерного инжиниринга на основе использования программных продуктов с взаимосогласованными интерфейсом и передачей данных.

Мы узнали у Георгия Тихомирова, заместителя директора Института ядерной физики и технологий НИЯУ МИФИ, что нового появится в учебной программе с учетом сотрудничества с консорциумом и какие решения «Развитие» студенты будут применять в своей учебной деятельности. Для наглядности мы рассмотрели использование сквозного PLM-решения на примере проектирования тепловыделяющей сборки (ТВС) различных ядерных реакторов.

ТВС состоит из различных элементов: каркаса, ТВЭЛов, дистанциони-

рующих решеток, головки, концевика, антидебризных фильтров, перемешивающих решеток. Некоторые элементы имеют сложную геометрическую форму, поэтому важно обладать хорошими навыками как поверхностного моделирования, так и объектного 3D-моделирования.

## На первый курс вместе с КОМПАСом

Изучение САПР стартует с первого курса. В МИФИ и во всех его филиалах используют КОМПАС-3D в качестве базового или одного из предлагаемых пакетов в рамках курсов «Инженерная и компьютерная графика», «Пакеты САПР», «Детали машин» и др. КОМПАС-3D выделяется широтой эксплуатации в вузах и хорошей базой учебно-методических материалов. В КОМПАС-3D и моделируется ТВС.

## Курс номер два: первые курсовые

Предмет «Соппротивление материалов» проходят на втором курсе. На парах студентов знакомят с основами прочностного анализа изделий, установок, конструкций и их элементов. В рамках дисциплины необходимо провести прочностной анализ ранее разработанных 3D-моделей ТВС. Второкурсники делают это с помощью продуктов компании НТЦ «АПМ».



## Подписание соглашения о стратегической подготовке инженерных кадров

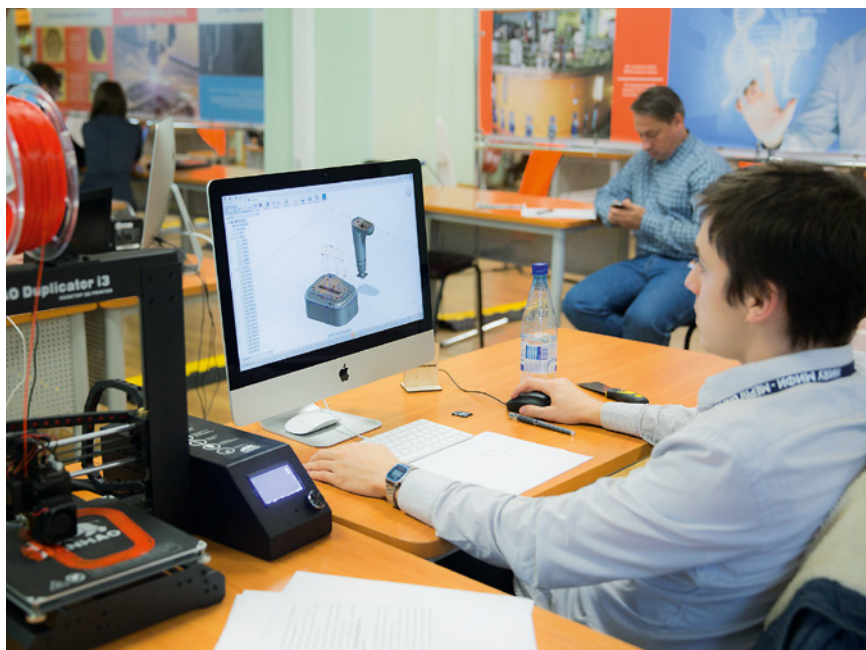


В среде КОМПАС-3D имеется встроенный модуль АРМ FEM, который позволяет подготовить модель к расчету, задать граничные условия, сгенерировать конечно-элементную сетку, выбрать тип расчета — расчеты деформации и напряжения при различных нагрузках, а также расчеты собственных колебаний ТВС при различных способах крепления, расчеты напряжений и деформаций при различных заданных полях температуры по объему ТВС.

На основе 3D-модели ТВС в программном комплексе компании ТЕСИС для решения задач газогидродинамики и теплообмена FlowVision студент определяет основные источники тепла и запускает расчет. В результате теплового анализа ТВС студент учится по полученным результатам теплового моделирования принимать решения о модификации конструкции.

На втором курсе продолжается практика по 3D-проектированию, которая часто становится курсовым проектом. В рамках курсовой работы студенты не только проектируют изделие, но и получают знания о возможностях его изготовления, его жизненном цикле. Здесь будущие инженеры знакомятся с ЛОЦМАН:PLM и учатся:

- хранить электронное описание изделия и управлять им;
- осуществлять календарное планирование и управление проектами;
- управлять структурой и конфигурацией изделия.



### *КОМПАС-3D выделяется широтой эксплуатации в вузах и хорошей базой учебно-методических материалов*

Со второго курса ЛОЦМАН:PLM становится для студента базой, где будет храниться вся информация о жизненном цикле учебной ТВС.

С проектированием техпроцессов обработки на станках ЧПУ студенты знако-

мятся в системе АДЕМ САМ компании АДЕМ. Система позволяет открывать файлы родного для КОМПАС-3D формата. Студенты могут рассчитать траекторию обработки и смоделировать обработку в режиме проверки траектории и положения инструмента.







## О НИЯУ МИФИ

НИЯУ МИФИ — Национальный исследовательский ядерный университет «Московский инженерно-физический институт». При его создании была поставлена задача подготовки специалистов с глубокими физико-математическими знаниями и сформированными инженерными компетенциями для атомной отрасли России.

Выпускники МИФИ разрабатывали и разрабатывают уникальные объекты и устройства, основанные на новых физических принципах. В 2017 году МИФИ отметил свое 75-летие. Сегодня университет намерен развивать компетенции в сфере инженерии сложных технологических систем, цифровых технологий и платформ для сложных инженерных объектов.

В рамках образовательного и исследовательского процессов НИЯУ МИФИ традиционно сотрудничает с предприятиями госкорпорации «Росатом», институтами Российской академии наук, Национальным исследовательским центром «Курчатовский институт».

В 2013 году вуз стал одним из 15 победителей конкурса по повышению международной конкурентоспособности университетов РФ среди ведущих мировых научно-образовательных центров, проведенного Минобрнауки России, представив, по мнению экспертов, одну из лучших программ (дорожных карт). В 2016 году вуз вошел в ТОП-50 университетов стран БРИКС авторитетного мирового рейтинга Quacquarelli Symonds.

### Третий курс: интеграция компетенций

ТВС имеет профиль энерговыделения и обтекает теплоносителем — водой, газом или жидким металлом. Специалисту нужно уметь моделировать распределение температур и плотнос-

ти теплоносителя по всему объему ТВС, для этого на третьем курсе студенты начинают изучать специальные курсы, связанные с их будущей специализацией, и выполнять курсовые проекты, интегрирующие инженерные компетенции студентов. Молодые специалисты сегодня сталкиваются со сложными комплексными задача-

ми, для решения которых они должны уметь использовать конкретные программные продукты, а также знать принципы интеграции программного обеспечения.

### Финишная прямая

На старших курсах студенты приступают к научно-исследовательской деятельности и выполняют итоговую работу, в рамках которой идет построение 3D-моделей будущих объектов и проводится моделирование их свойств. На этом этапе продукты консорциума используются в индивидуальном порядке.

Например, расчеты распределения нейтронного поля в объеме ТВС (активной зоны ядерного реактора). Эти расчеты проводятся по специальным программам, разработанным в научных организациях ядерной отрасли. Для проведения нейтронно-физических расчетов (НФР) студент должен знать:

- о способах задания 3D-геометрии (уметь читать CAD-форматы, так как программы НФР часто могут использовать CAD-модели);
- свойствах элементов ТВС (элементов активной зоны);
- методах получения информации о распределениях температур и плотностей элементов ТВС и теплоносителя.

Внедрение сквозного PLM-решения консорциума «РазВИТие» в учебный процесс позволит подготовить молодого специалиста, уже имеющего представление об автоматизации производства и процессах жизненного цикла изделия. Такой комплексный подход к обучению поможет:

- сократить сроки выхода на режим и адаптации молодого специалиста,
- существенно повысить качество конструкторской и технологической документации,
- сформировать умение комплексно решать поставленные задачи,
- достичь связи учебных и производственных задач,
- сформировать востребованного рынком молодого специалиста.

Консорциум предлагает не просто прикладные инструменты, а решение, объединяющее в себе масштабируемый программный комплекс и методологию его применения. Это дает возможность подготовить высококвалифицированного инженера, управляющего данными, процессами и решающего различные задачи в рамках жизненного цикла изделий.

*Молодые специалисты сегодня сталкиваются со сложными комплексными задачами, для решения которых они должны уметь использовать конкретные программные продукты, а также знать принципы интеграции программного обеспечения*



**plmrussia.ru**

ascon.ru

apm.ru

eremex.ru

adem.ru

flowvision.ru