



Геометрическое ядро C3D V15: ЧТО НОВОГО

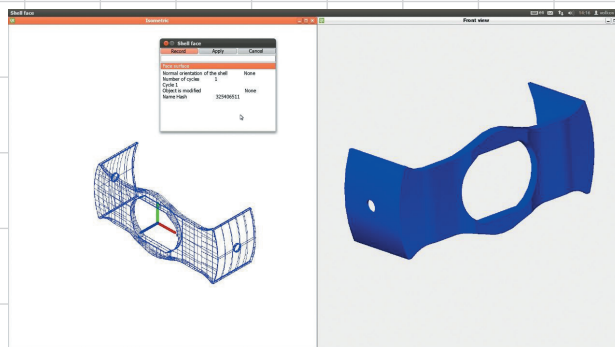
Олег Зыков, Аркадий Камнев

В «САПР и графика» № 4'2013 была опубликована статья «Знакомьтесь — геометрическое ядро C3D», из которой читатели впервые узнали о C3D, его возможностях, истории развития и сферах применения. За прошедший год у ядра появились новые пользователи, а главное — значительно расширился набор функций. «САПР и графика» продолжает следить за C3D и представляет своеобразный годовой отчет о деятельности команды C3D Labs.

Разработчик системы автоматизированного проектирования (САПР) — заказчик крайне требовательный. Создавая продукт на стороннем геометрическом ядре и решая самые разнообразные специфические задачи, пользователь нуждается в постоянном расширении функции этого самого ядра. Мы гордимся тем, что всё большее число разработчиков наукоемкого ПО при выборе основы для будущих проектов отдают предпочтение отечественному продукту C3D. Сегодня таких организаций уже десять, и среди них есть как высшие учебные заведения, внедряющие ядро C3D в процессе обучения студентов разработке САПР на языке C++, так и разработчики востребованных на рынке программных продуктов. Из отзывов заказчиков следует, что выбор в пользу C3D они сделали еще и потому, что мы готовы меняться, оперативно отвечать на их запросы, делать продукт, который способен решать актуальные задачи.

В декабре 2013 года C3D Labs, дочернее предприятие АСКОН, выпустило новую версию ядра геометрического моделирования C3D. Над 15-м выпуском коллектив компании трудился в тесном контакте с пользователями в течение всего года. В C3D V15 реализовано более 50 новых функций, методов и алгоритмов численного решения геометрических задач, разработчикам удалось добиться внушительного ускорения в отдельных функциональных блоках реализуемого ядра. Кроме того, C3D V15 получило английскую локализацию. По общему убеждению команды математиков и программистов C3D Labs, потенциал развития ядра еще далеко не исчерпан — архитектура его построения дает большие возможности для дальнейшего развития.

За год усилиями отдела разработки C3D Labs была выпущена улучшенная версия ядра, до 220 тыс. образцов увеличена коллекция моделей для тестирования



Тестовое приложение ядра C3D для ОС Linux

алгоритмов построения твердых тел, по просьбам заказчиков был реализован импорт моделей в форматах STL и VRML, появились сборки ядра, адаптированные к работе с популярными операционными платформами Linux и Mac OS. Теперь пользователь может не переживать о том, что ему придется покидать пределы комфортной среды при разработке того или иного приложения. Благодаря портированию на новую платформу, например, был создан КОМПАС:24 для Android. И это только начало!

Для повышения качества выпускаемого программного продукта были отлажены механизмы использования статических анализаторов кода, Unit-тестирования, тестирования производительности, автоматической сборки дистрибутива, автоматического регрессионного тестирования. Каждые сутки в автоматическом режиме выполняется сборка геометрического ядра, проверка Unit-тестов, тестирование перестроения моделей, тестирование построения плоских проекций, тестирование конвертации данных. Для этих целей используется специально подобранная база моделей. Техническая поддержка пользователей осуществляется через службу Servicedesk компании АСКОН. Ошибки исправляются максимально оперативно. Заказчики, оплатившие техническую поддержку,

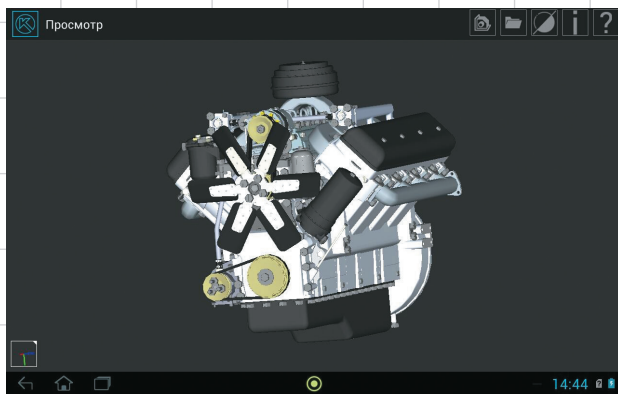
получают версию с исправлениями каждые две недели. В остальных случаях воспользоваться улучшениями можно после официального релиза новой версии C3D.

Еще до выпуска новой версии ядра C3D Labs стала резидентом Фонда «Сколково», получив тем самым авторитетное подтверждение своих компетенций и соответствующие данному членству налоговые льготы. С этого момента компания является постоянным участником мероприятий, организуемых фондом, в том числе и за рубежом. Растет не только продукт, но и сама компания: к началу 2014 года штат новообразованного самостоятельного подразделения АСКОН пополнился несколькими сотрудниками и теперь составляет 15 человек.

Команда C3D Labs проделала большую работу, невидимую со стороны. Вершиной всего этого массива стал новый функционал ядра, подробнее о котором мы и расскажем в данной статье.

Основные новинки C3D Modeler

Геометрический моделировщик C3D Modeler представляет собой обширный набор программных инструментов для твердотельного и поверхностного моделирования, а также эскизирования и 2D-черчения. В C3D Modeler V15 появился ряд новых возможностей для построения моделей:



Мобильное приложение КОМПАС:24 также основано на ядре C3D

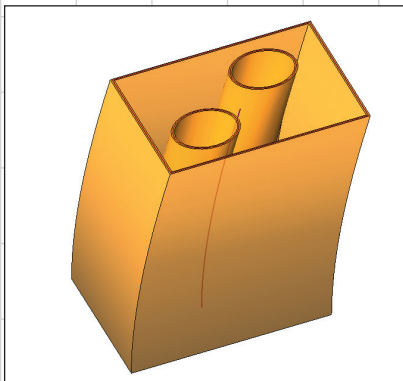


Рис. 1. Построение тела движением нескольких непересекающихся плоских контуров

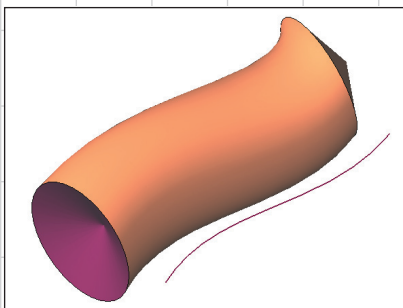


Рис. 2. Построение тела движением нескольких непересекающихся контуров на криволинейной поверхности

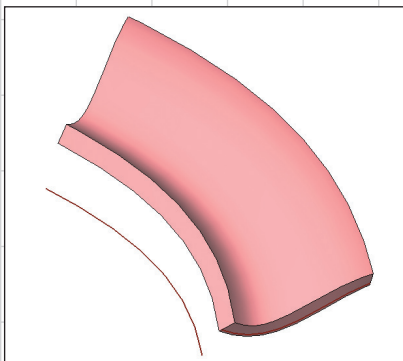


Рис. 3. Построение тела движением трехмерных кривых

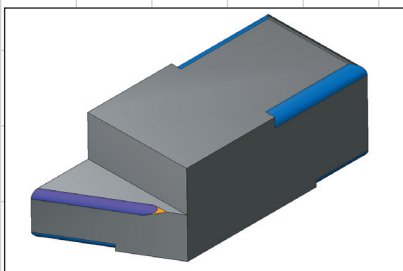


Рис. 4. Управление скруглением ребра детали

- операция «Кинематика» теперь позволяет строить тело движением нескольких непересекающихся контуров на плоской/криволинейной поверхности (рис. 1 и 2), а также движением трехмерных кривых (рис. 3).

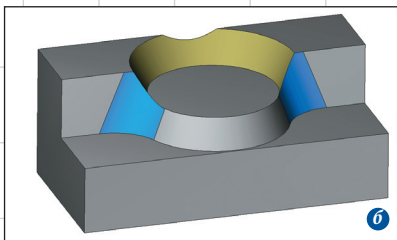
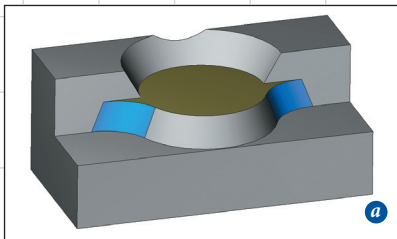


Рис. 5. Обрезание скругления указанной гранью (а, б)

Раньше при помощи этой операции можно было строить тело только путем движения одного плоского контура;

- операция *Скругление* может быть остановлена в заданной точке ребра (рис. 4) или обрезана указанной гранью при неоднозначном способе выполнения операции (рис. 5);
- стало доступным управление слиянием компланарных граней в булевых операциях в случае вычитания примитивов (рис. 6 и 7);

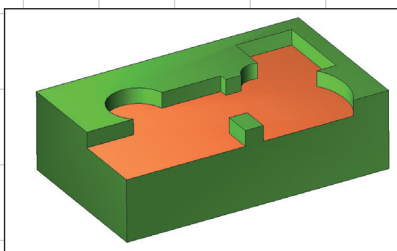


Рис. 6. Вычитание примитивов с объединением компланарных граней

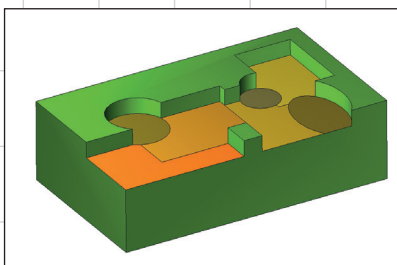


Рис. 7. Вычитание примитивов без объединения компланарных граней

- оболочка может быть создана по поверхности с произвольной границей (рис. 8). Ранее было возможно выполнение этой операции только для поверхностей с прямоугольной границей;
- операция *Отверстие* теперь позволяет обрабатывать навес различными способами (рис. 9);

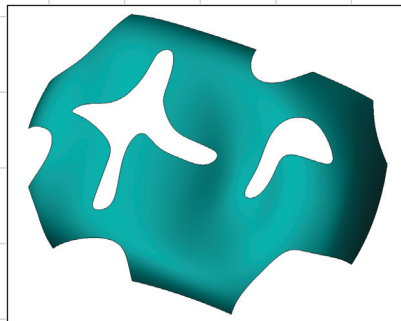


Рис. 8. Создание оболочки с произвольной границей

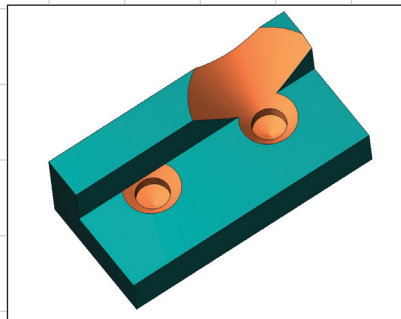


Рис. 9. Обработка навеса различными способами

- была улучшена операция *Скругление*: теперь она, в частности, позволяет обходить препятствия при скруглении ребер (рис. 10);

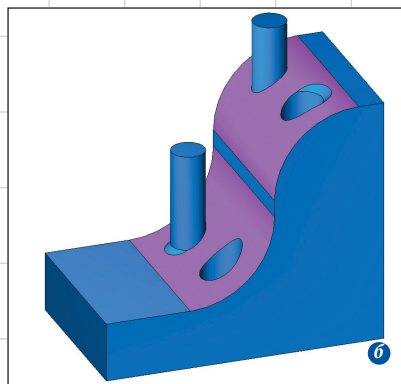
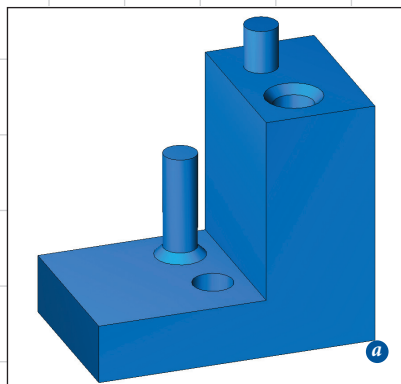


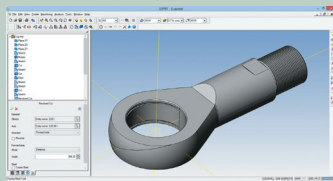
Рис. 10. Обход препятствий при скруглении ребер (а, б)



Слово первым заказчикам

Компании: ЛО ЦНИТИ и Рубиус
Продукт: ESPRIT Extra CAD

«Как известно, на рынке геометрических ядер доминируют ACIS и Parasolid, но наш выбор пал на C3D от АСКОН. Решающим здесь стал факт отечественного происхождения компании, а следовательно, и продукта. Уровень технической поддержки и скорость реакции на запросы оказались на порядок выше, чем у иностранных компаний. Дополнительные преимущества выразились в гибкой ценовой политике российского разработчика и реальной помощи, которую оказали инженеры АСКОН при реализации проекта».



Андрей Ловыгин, директор ЛО ЦНИТИ

«Изначально мы рассматривали возможность использования популярных зарубежных геометрических ядер и даже написали технический прототип на базе одного из них. Однако, столкнувшись с невозможностью реализации ряда необходимых требований, мы переписали продукт на базе ядра C3D от компании АСКОН. Система КОМПАС-3D, в основе которого также лежит C3D, — это проверенный продукт, у нас большой опыт написания дополнений и расширений для КОМПАС, мы активно участвуем в развитии API КОМПАС. Сам факт возможности доработки ядра под наши нужды серьезно снизил технологические риски. В процессе создания ESPRIT Extra CAD и с нашей стороны, и со стороны специалистов АСКОН была проведена колоссальная работа. В результате за довольно короткий промежуток времени (с точки зрения создания подобных систем) появился коммерческий продукт, уникальный в своем роде и в полной мере демонстрирующий возможности разработчиков Rubius, АСКОН и DP Technology».

Сергей Кошевой, директор по разработкам компании Рубиус

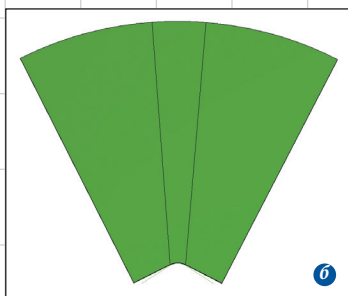
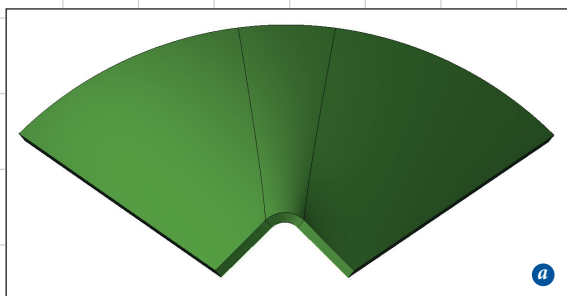


Рис. 11. Операция разгибания листового тела (а, б)

«окружность — окружность» и «окружность — линейный объект» (рис. 14). Стала возможна трансформация (сдвиг, поворот и/или масштабирование) всего чертежа или его отдельной части (рис. 15).

Помимо этого были улучшены алгоритмы решения систем ограничений в 2D-решателе, что привело к более естественному поведению геометрических объектов при наложении на них ограничений и повышению стабильности работы с большими и сложными чертежами.

Что нового в C3D Converter

Модуль конвертеров C3D Converter обеспечивает чтение/запись геометрической модели в основные обменные форматы. Основной упор при разработке свежей версии данного модуля

• традиционно много внимания уделяется модулю гибки. В V15 появилась возможность разгибания тела из листового материала, построенного по двум эскизам (рис. 11). Для обеспечения непрерывности процесса проектирования геометрических объектов было ускорено выполнение булевых операций при работе с массивами тел, а для лучшей визуализации результатов построения модели доработана триангуляция сложных (узких) участков граней.

ний может управлять не только телами, но и самостоятельными объектами, такими как точка, прямая, плоскость, окружность или цилиндр с фиксированными радиусами и др.

В результате оптимизации старых и применения новых алгоритмов для решения систем уравнений существенно сократилось время отклика 3D-решателя на вычислительные запросы. Так, для специально сгенерированных сборок (рис. 12) размером порядка 10 тыс. объектов и ограничений было достигнуто ускорение вплоть до 10 раз (рис. 13).

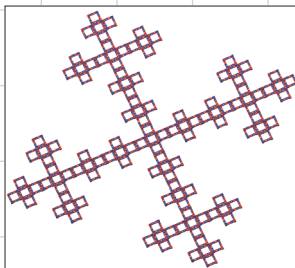


Рис. 12. Фрактал из примитивов с сопряжениями (сборка 10 тыс. объектов)

Что касается 2D-решателя, то в нем была добавлена возможность задавать на кривой отдельный участок по двум крайним точкам, рассматриваемый как отдельный объект системы ограничений. Появились новые ограничения: выравнивание двух точек вдоль заданного направления, задание точки на кривой по проценту от ее метрической длины, задание линейных размеров в сочетаниях

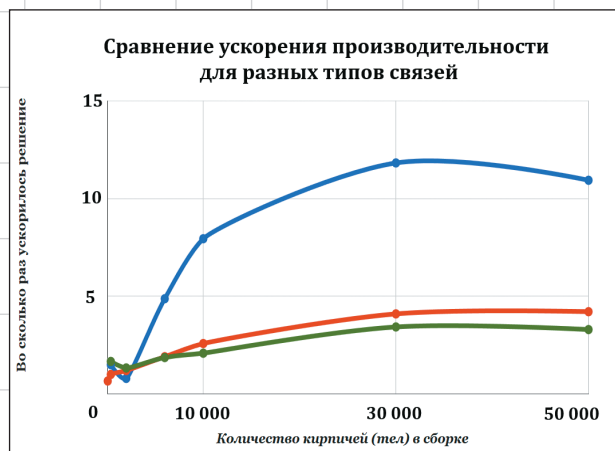


Рис. 13. Показатели ускорения решения системы сопряжений

Новинки параметрического решателя C3D Solver

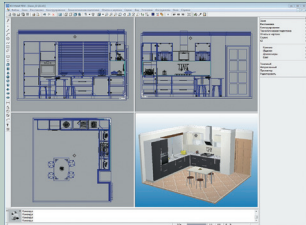
Параметрический решатель C3D Solver позволяет добавлять параметрические ограничения для 2D- и 3D-геометрии. В 15-й версии была реализована возможность наложения сопряжений на самостоятельные геометрические объекты, принадлежащие пространству модели, а не только системе координат отдельного тела. Это означает, что система сопряже-



Слово первым заказчикам

Компания: «Центр ГеоС»
Продукт: «КЗ-Мебель»

«С компанией АСКОН нас связывают долгие годы совместной работы и стабильные партнерские отношения. Наше сотрудничество началось в 1990 году и успешно продолжается по сей день. Уверен, что использование разработки С3D Solver будет встречено нашими пользователями с большим интересом. Геометрический решатель обеспечит им дополнительный сервис и пополнит список конкурентных преимуществ программного комплекса «КЗ-Мебель»».

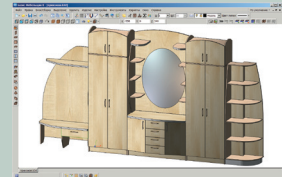


Сергей Лабутин, директор

Слово первым заказчикам

Компания: «БАЗИС-Центр»
Продукт: «БАЗИС-Мебельщик»

«Специалисты нашей фирмы провели тщательный анализ предложений на рынке геометрических ядер по двум группам критериев: возможности наиболее полного учета мебели специфики и соотношения «функциональность/производительность/стоимость». Результаты более чем полугодового поиска оптимального решения показали, что в максимальной степени нашим требованиям соответствует С3D — геометрическое ядро компании АСКОН. Надеемся, что совместная работа с АСКОН позволит системе БАЗИС укрепить свое лидирующее положение в сегменте мебельных САПР».



Наталья Бакулина, директор

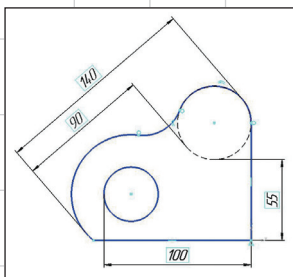


Рис. 14. Типы линейных размеров для окружностей (дуг) и отрезков (прямых)

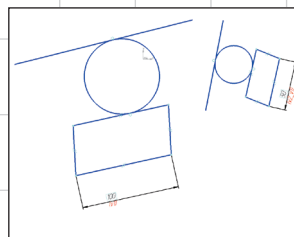


Рис. 15. Трансформация групп объектов на чертеже

был сделан на развитие формата STEP как наиболее востребованного заказчиками ядра С3D: реализован экспорт и импорт атри-

бутов и аннотационных объектов (вспомогательной геометрии, размеров и текста). Колоссальная работа была проведена по ускорению функции импорта файлов STEP, содержащих большое ко-

личество поверхностей. Отсюда и результат: например, время импорта сборки размером 1,3 Гбайт (рис. 16) уменьшилось в 30 раз!

вых операционных систем было сказано в начале статьи.

Прочее

Для сокращения времени, необходимого для изучения специфики работы с геометрическим ядром С3D новыми заказчиками, была расширена документация на объекты и методы API-функций. Силами наших партнеров — компания ЛЕДАС — проведена английская локализация геометрического ядра и тестового приложения. Тестовое приложение также стало поддерживать многодокументный режим работы. О поддержке но-

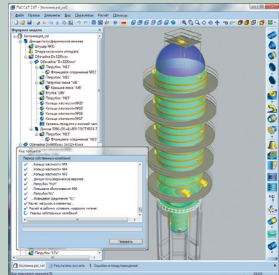
Планы

Мы познакомили читателей с работой, проделанной нашим коллективом за прошедший год. На что будут направлены наши усилия дальше? В первую очередь — на повышение качества и быстродействия ядра С3D, а также на улучшение его документирования. В планах — доработка функционала, в частности алгоритма построения скруглений ребер, алгоритма построения тонкостенных тел, алгоритмов построения тел из листового материала. Также планируется дальнейшее развитие

Слово первым заказчикам

Компания: «НТП Трубопровод»
Продукт: «ПАССАТ»

«Геометрическое ядро, используемое сейчас в программе «ПАССАТ», довольно простое и реализует только базовые функции. Разработка требуемого функционала своими силами — слишком объемная работа для нашего небольшого коллектива. Поэтому мы рассматривали различные библиотеки трехмерного моделирования, и нам вдвойне приятно, что в итоге выбор пал на С3D от АСКОН: это продукт российской компании, с которой мы давно сотрудничаем.



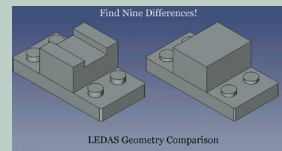
У нас остались очень хорошие впечатления от тестирования С3D, идеология ядра оказалась близка к той, которая заложена в «ПАССАТ». Теперь мы сможем реализовать в своем продукте новые возможности моделирования и интеграции с другими системами. Ядро С3D будет использовано и в других программах, например для моделирования защищаемого оборудования в программе «Предклапан». Сам факт появления на рынке отечественного наукоемкого продукта такого уровня, как С3D, мы считаем значительным событием в ИТ-индустрии».

Алексей Тимошкин, руководитель отдела ИТ

Слово первым заказчикам

Компания: ЛЕДАС
Продукт: LEDAS Geometry Comparison

«Мы уже давно знакомы с ядром С3D, наша команда серьезно освоила его во время совместного проекта по интеграции нашей технологии Variational Direct Modeling (технология вариационного прямого моделирования, VDM) в САПР КОМПАС-3D. Более чем десятилетний опыт нашей команды в разработке и использовании средств 3D-моделирования позволяет легко определить возможности и узкие места любого трехмерного ядра. С3D произвел положительное впечатление во время испытания в рамках проекта LEDAS Geometry Comparison, особенно подчеркнуть стабильность его работы и реактивность технической поддержки. ЛЕДАС имеет статус мирового реселлера ядра С3D, и мы были знакомы во всех подробностях с бизнес-асpekтами, связанными с лицензированием С3D, — так же как и с его техническими возможностями. Условия лицензирования С3D являются очень гибкими, особенно для проектов, которые еще не приносят доход, что также было важным для принятия нашего решения».



Иван Рыков, директор по технологии

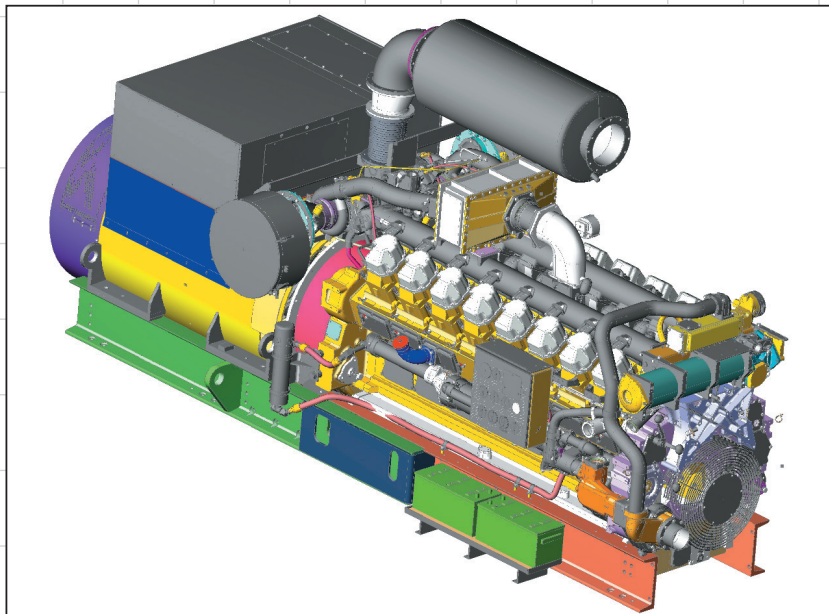


Рис. 16. Время импорта этой сборочной единицы из STEP уменьшилось в 30 раз

системы автоматизированного тестирования ядра и пополнение и так немалой коллекции тестируемых моделей. Для повышения быстродействия будут модифицированы алгоритмы и расширено применение параллельных вычислений. Кроме того, команда C3D Labs начала работу над созданием руководства пользователя на русском и английском языках, обучающего пособия, а также над расширением уже имеющейся документации для улучшения информационной оболочки ядра. Значительные ресурсы C3D Labs планирует выделить на усиление поддержки заказчиков, учет и реализацию их пожеланий.

Мы благодарны всем, кто поверил в новое для рынка ядро геометрического моделирования C3D, и обязуемся и дальше развивать его в соответствии с вашими пожеланиями и требованиями времени. Если вы разработчик САПР и все еще не приняли решение о том, каким образом развивать математический аппарат своих продуктов, добро пожаловать к нам! Взять C3D на тестирование проще простого — напишите нам на [info@c3dlabs.com!](mailto:info@c3dlabs.com)

Геометрическое моделирование — вузам!

С прошлого года компания АСКОН расширила образовательную программу и открыла учебным заведениям доступ к ядру геометрического моделирования C3D. Этой возможностью воспользовались уже три вуза. Область применения геометрического ядра в образовании довольно широка:

- C3D может быть задействовано в курсовых и лабораторных работах по курсам «Начертательная геометрия», «Машинная графика», «Геометрическое моделирование» и «Вычислительная геометрия» при подготовке будущих математиков-программистов и разработчиков САПР;
- использование ядра при выполнении научно-исследовательских работ, которым требуется построение трехмерных геометрических моделей, позволит не тратить время и силы на работы над базовыми алгоритмами, сосредоточившись на решении прикладных исследовательских задач;
- геометрическое ядро C3D может стать основой для разработки как специализированных университетских САПР, так и коммерческих программных продуктов в рамках малых инновационных предприятий, активно создаваемых при высших учебных заведениях.

Ядро поставляется для учебных заведений по специальной льготной программе лицензирования. Для обеспечения методической поддержки внедрения геометрического ядра в учебный процесс вместе с каждой лицензией ядра дополнительно поставляется бесплатный учебник «Геометрическое моделирование» Николая Голованова.

Денис Окунев, проректор по экономике Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева (первого российского вуза, получившего университетскую лицензию на ядро геометрического моделиро-

вания C3D) делится впечатлениями: «В 2012 году университет, в рамках реализации Программы развития университета по приоритетному направлению «Энергосбережение и новые материалы», открыл новый профиль бакалавриата «Конструкторско-



Лекция Н.Н. Голованова в ВГТУ

технологическая информатика. САПР» по направлению подготовки «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств». Ряд новых дисциплин, включенных в учебный план по данному профилю, предполагает глубокое изучение математических моделей, реализуемых в САПР, методов их создания и анализа. Профиль ориентирован на формирование компетенций, связанных с разработкой, адаптацией и развитием САПР на основе современных технологий программирования. Вне всякого сомнения,

это будет способствовать повышению качества образовательной и научной деятельности, росту конкурентоспособности вуза. Приобретение университетом лицензии на геометрическое ядро C3D позволит использовать готовые математические функции при изучении студентами основ геометрического моделирования и выполнении научно-исследовательских проектов вуза».

Еще одной инициативой C3D Labs, направленной на поддержку образования, стало проведение лекций руководителя разработки C3D Николая Голованова для студентов, аспирантов и сотрудников профильных кафедр. Первая такая лекция состоялась в Воронежском государственном техническом университете. Николай Николаевич познакомил слушателей лекции с основными принципами геометрического моделирования, устройством САД-системы и нерешенными проблемами геометрических ядер, а также предложил сотрудничество в области дальнейшего совершенствования алгоритмов 3D-моделирования.