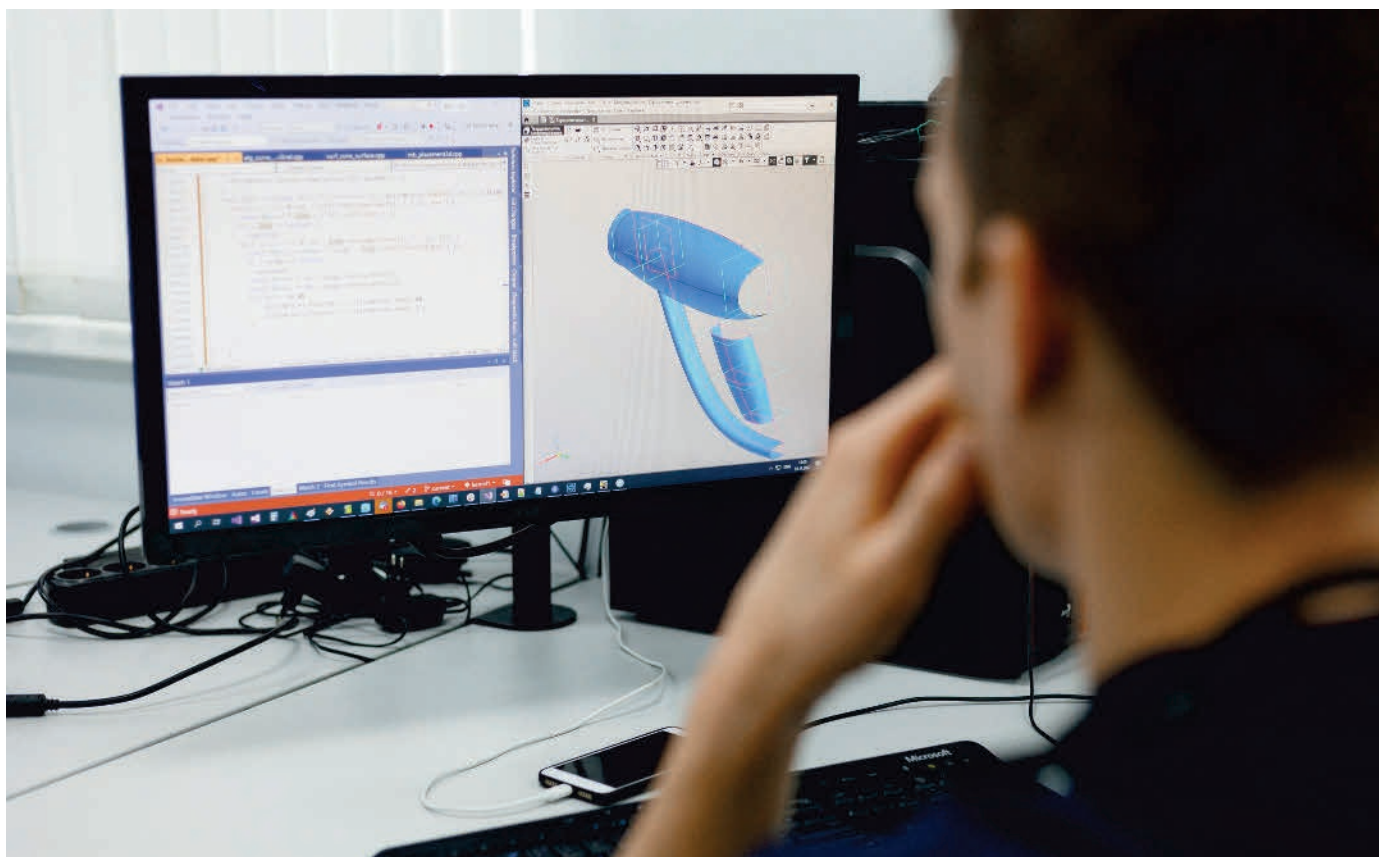




# Решения C3D Labs

Комплект инструментальных  
средств для разработчиков  
инженерного программного  
обеспечения





Решение о написании собственного геометрического ядра было принято компанией АСКОН в 1995 году, на старте создания системы трехмерного моделирования КОМПАС-3D, коммерческий выпуск которой состоялся в 2000 году. Долгое время ядро развивалось в составе системы КОМПАС-3D в соответствии с потребностями машиностроительного и строительного проектирования.

В 2012 году было принято решение о выделении подразделения геометрического моделирования в отдельную компанию C3D Labs. Перед командой поставили задачу преобразовать внутреннюю разработку в самостоятельный коммерческий продукт и вывести его как на российский, так и на международный рынок.

В результате геометрическое ядро выросло до комплекта технологических компонентов C3D Toolkit, который аккумулировал в себе достижения российской математической школы и более чем 30-летний опыт создания САПР.

Сегодня компоненты C3D Toolkit используют более 60 компаний в 14 странах мира. Заказчики ценят C3D Labs за широкий набор функциональности, надежную поддержку, быструю обратную связь на запросы и гибкие условия лицензирования, учитывающие бизнес-модель каждого разработчика:

- + коммерческая лицензия для вендоров;
- + специальные условия для стартапов;
- + корпоративная лицензия для предприятий;
- + академическая программа для университетов.

# 1. C3D Toolkit

**C3D Toolkit — это специализированный инструмент разработки программного обеспечения (SDK), отвечающий за построение, редактирование, визуализацию и конвертацию геометрических моделей**

C3D Toolkit позволяет строить геометрические модели, выполнять все необходимые математические вычисления и создавать связи между элементами этих моделей. C3D Toolkit также дает возможность обрабатывать математические данные, созданные в сторонних приложениях, и экспортировать модели в другие 3D-системы.

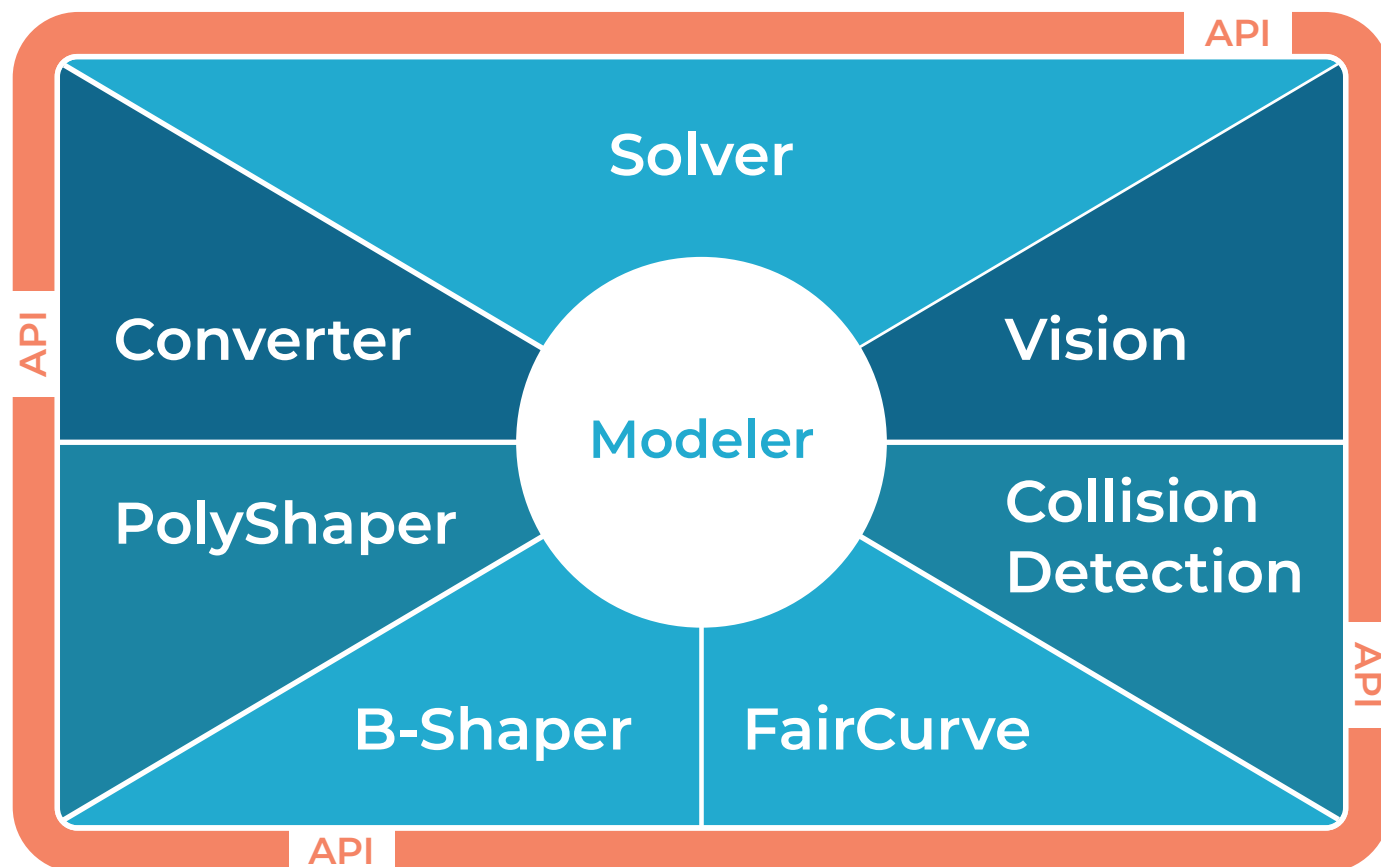
Сложные инженерные решения (CAD, BIM и т.д.) являются наиболее широко распространенными программными продуктами, разработка которых требует инструменты, подобные C3D Toolkit. Они также используются в подготовке программ для станков с ЧПУ (CAM), инженерном анализе (CAE).

Все CAD-, CAM-, CAE-системы используют одну и ту же геометрическую модель, в которой содержатся:

- + описание форм моделируемых геометрических объектов;
- + взаимосвязи между элементами модели;
- + история построения;
- + атрибуты.

Помимо функциональности геометрического моделирования, C3D Toolkit предлагает расширенные возможности отображения моделей в графической сцене посредством мощного движка визуализации. Данные возможности можно применять для разработки как десктопных, так и веб-приложений.

C3D Toolkit включает в себя динамически подключаемые библиотеки, демонстрационное приложение с полным исходным кодом, техническую документацию и дополнительные файлы для поддержки совместимости со многими интегрированными средами разработки (IDE).





Самолет-амфибия «BOREY»  
ООО НПО «АэроВолга», Самара  
Конкурс асов  
3D-моделирования, АСКОН



Запросить пробную  
версию C3D Toolkit

# C3D Modeler



Реконструкция самолета По-2  
ООО «Научно-технологическая инициатива», Новосибирск  
Конкурс асов 3D-моделирования, АСКОН

## Встраивайте эффективные инструменты для 2D- и 3D-геометрического моделирования в свои приложения

C3D Modeler выполняет все геометрические расчеты, необходимые для построения 2D-эскизов и 3D-моделей. Для описания формы моделируемого объекта в C3D Modeler используется граничное представление геометрии, при этом модель строится из трехмерных тел, которые создаются с помощью поверхностей и кривых. Далее тела группируются в сборочные единицы, из которых строятся сборочные единицы следующего уровня.

Вместе с граничным представлением модели поддерживается полигональное представление геометрии. Элементами полигональных моделей являются аппроксимационные объекты, построенные из пластин и полигонов. Такие модели используются для расчетов и визуализации.

Объекты геометрической модели, такие как B-Rep тела, полигональные объекты и каркасы, снабжены журналами построения, в которых хранятся методы, их последовательность и необходимые исходные данные для построения объектов.

Журнал построения позволяет редактировать геометрическую модель и перестраивать модель с новыми параметрами. Информация о геометрии модели в виде поверхностей, кривых и точек хранится в топологических элементах объектов модели, таких как грани, ребра и вершины.

Дополнительная информация для каждого элемента объекта модели и самого объекта в целом может храниться в них в виде атрибутов.

### Ежедневное тестирование и валидация

Для повышения качества C3D Modeler мы используем множество инструментов и методов тестирования. К ним относятся использование статических анализаторов кода, модульное тестирование, тестирование производительности, проверка собираемости ядра в различных средах и компиляторах, автоматическое регрессионное тестирование. Чтобы протестировать наши алгоритмы твердотельного и поверхностного моделирования, мы используем специально созданную базу данных, которая содержит более 500 000 трехмерных моделей. Каждый день мы автоматически компилируем геометрическое ядро в различных конфигурациях, выполняем проверки модульных тестов, тестирование перестроения моделей и расчета их массо-центровочных характеристик, тестирование построения плоских проекций тел и сборок, а также тестирование импорта и экспорта контрольных моделей.

### Расширяемый программный интерфейс (API)

Важной особенностью ядра C3D Modeler является его открытая архитектура, которая позволяет расширить его за пределы стандартного набора функций. Вы можете создавать свои пользовательские объекты, специфичные для вашего приложения, наследуя их от объектов C3D Modeler или включая в данные своих объектов. Для хранения дополнительных данных вы можете прикреплять к многим объектам ядра свои пользовательские атрибуты, наследуя их от базового внешнего атрибута. При обновлении версии мы публикуем в сопроводительном файле все существенные изменения API, чтобы минимизировать проблемы по адаптации вашего кода под новую версию ядра.

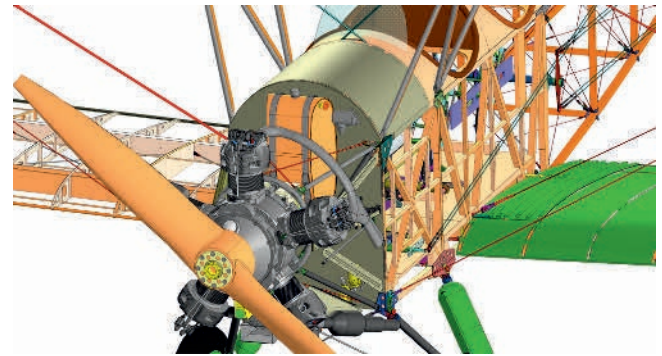
## Виды моделирования и функциональность, поддерживаемые C3D Modeler

### Операции твердотельного моделирования:

- + булевы;
- + выдавливание, вращение, кинематика;
- + тонкостенное тело;
- + скругления и фаски ребер;
- + уклонение граней;
- + построение ребер жесткости.

### Операции каркасного моделирования:

- + построение кривых и пересечение кривых;
- + удлинение;
- + обрезка;
- + разворачивание;
- + эквидистанта;
- + продление;
- + линия очерка.



### Операции поверхностного моделирования:

- + поверхности выдавливания, вращения,
- + по траектории;
- + по сечениям и по сети кривых;
- + эквидистанта;
- + усечение/продление;
- + скругление;
- + заплатка, сшивка.

### Операции прямого моделирования:

- + удаление граней;
- + изменение радиуса скруглений;
- + замена граней;
- + перемещение и поворот граней
- + изменение размера граней;
- + объединение гладкостыкующихся граней в единую;
- + изменение размера отверстий.

### Операции листового моделирования:

- + сгиб/разгиб;
- + преобразование твердого тела в листовое;
- + штамповка;
- + обечайки;
- + освобождения сгибов;
- + жалюзи;
- + ребро усиления.

### Геометрические расчеты, доступные в C3D Modeler:

- + вычисление площади поверхности, объема и инерционных характеристик;
- + построение плоских проекций;
- + построение триангуляции поверхностей.

Это далеко не все функции, доступные в C3D Modeler. С полным списком вы можете ознакомиться в разделе для разработчиков на нашем сайте [www.c3dlabs.ru](http://www.c3dlabs.ru).

# C3D Solver

## Назначайте размеры и ограничения для создания связей между геометрическими объектами

Ограничения определяют все связи между геометрическими объектами 2D/3D-приложениях. Они могут быть как размерными, задающими углы и расстояния, так и логическими, задающими совпадение, параллельность, перпендикулярность, касание и т.д.

Используя C3D Solver, разработчики включают размерные и логические ограничения в свои приложения для создания связей между геометрическими объектами в 2D- и 3D-моделях. C3D Solver сохраняет и поддерживает ограничения, когда пользователи вносят изменения в геометрию. Например, когда изменяют размер, C3D Solver мгновенно пересчитывает все зависящие от него геометрические объекты с сохранением существующих связей.

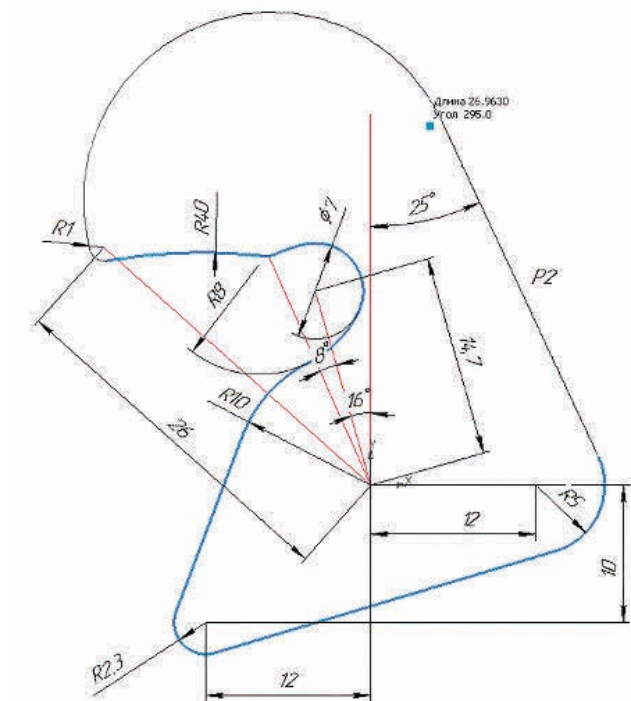
Модуль C3D Solver позволяет значительно снизить затраты на разработку программного обеспечения с функциями 2D- и 3D-моделирования за счет использования готовых решений поддержки геометрических ограничений. C3D Solver может быть использован как на стадии первоначальной разработки программного обеспечения, так и во время любой другой из последующих стадий развития и доработки продукта.

### Высокая производительность

Практически все решения, реализованные в C3D Solver, так или иначе связаны с вопросом производительности. Одно из ключевых решений — это планировщик, который распознает в целой системе ограничений серию маленьких подсистем, решающую задачу целиком. На всех этапах вычисления есть способы повысить эффективность: упрощение формулировок уравнений, поиск хорошо отделимых подзадач, вычисление больших разреженных матриц и т.д. Имеется также специализированный набор нагрузочных тестов для контроля и отладки производительности.

### Диагностика в реальном времени

Разбиение исходной модели ограничений на подзадачи не только повышает быстродействие, но и позволяет выявить большое разнообразие диагностических ситуаций. Это помогает пользователю построить параметрическую модель качественно, без ошибок, избегая противоречий в системе ограничений.



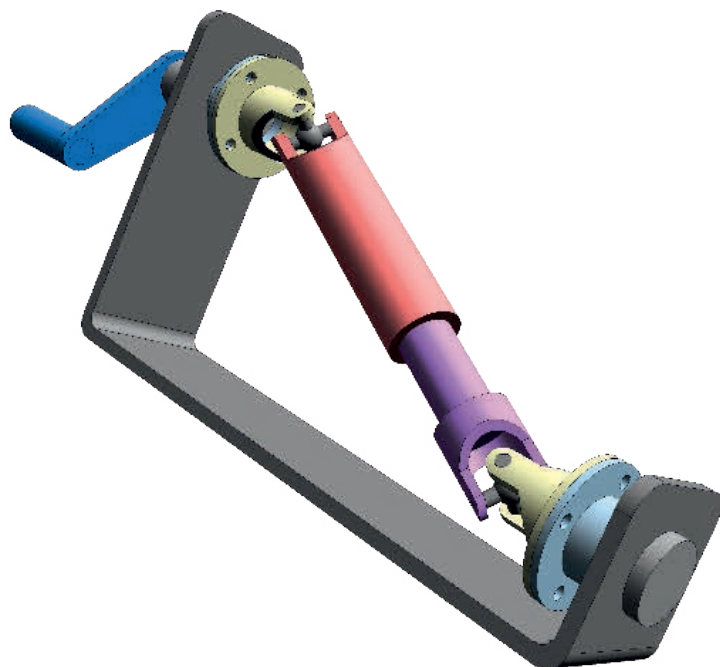
Демонстрация драггинга на чертеже  
Модель собственного производства

### Готов к использованию в браузере

Перенос функционала 2D-решателя в JavaScript открывает новые возможности использования C3D Solver, в том числе для облачных решений, например, для создания онлайн-эскизов, планировщиков интерфейса с управляющими размерами и т.д. Это позволяет быстро внедрить редактор 2D-чертежей в браузер с учетом размеров и ограничений. Важно то, что 2D-решатель для JavaScript работает полностью на стороне пользователя в браузере.

### Области применения:

- + двухмерные параметрические эскизы с управляющими размерами и ограничениями;
- + позиционирование тел сборочной единицы с помощью сопряжений и размеров;
- + перестроение модели с сохранением сопряжений после внесения изменений в модель;
- + моделирование механизмов;
- + трехмерные каркасные конструкции.



Карданный механизм  
Модель собственного производства

#### Функциональность:

- + формирование и решение системы ограничений;
- + манипулирование геометрией;
- + перетаскивание объектов;
- + диагностика решаемости ограничений;
- + анализ степеней свободы (только 2D);
- + анализ полной определенности;
- + кластеризация элементов сборки (только 3D);
- + журналирование API-вызовов.

#### Размерные ограничения, поддерживаемые C3D Solver:

- + по типам измерений — линейные, радиальные, диаметральные, угловые, криволинейные;
- + по способу вычисления — управляющие, интервальные и вариационные.

#### Логические ограничения, поддерживаемые C3D Solver:

##### Общие:

- + совпадение объектов;
- + фиксация геометрии;
- + параллельность;
- + перпендикулярность;
- + зеркальная симметрия;
- + касание.

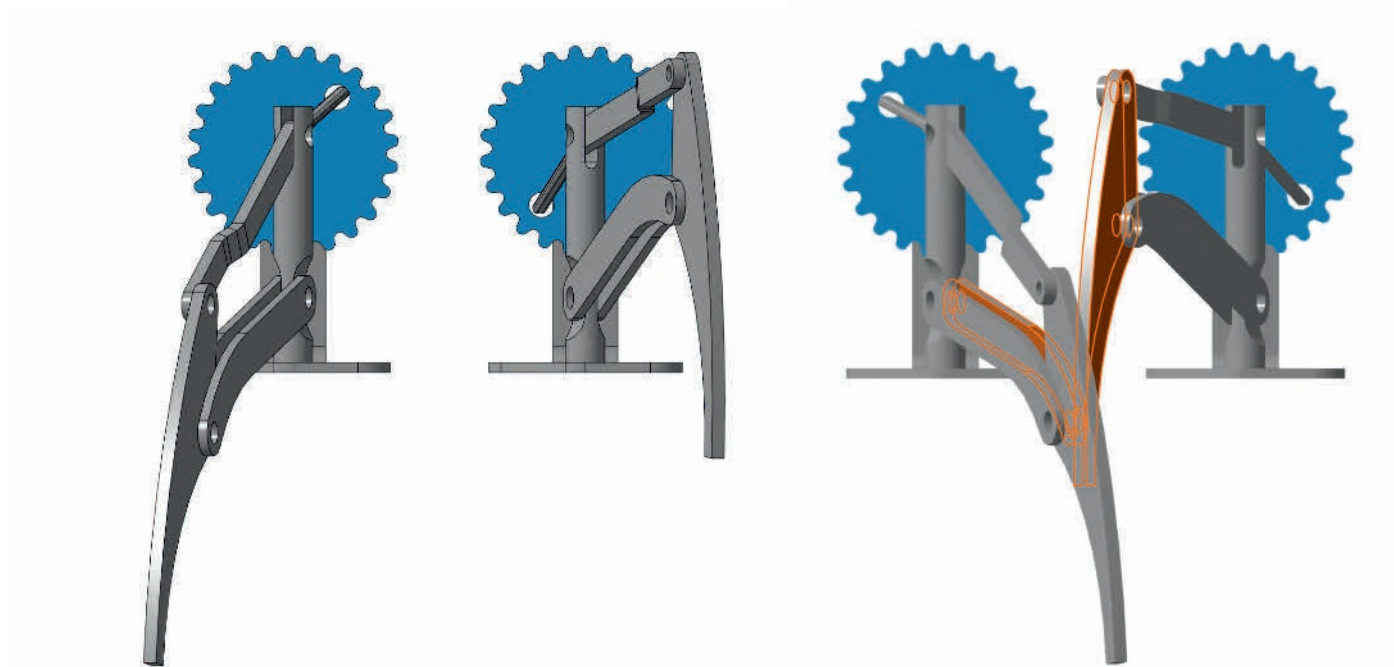
#### 2D-геометрия:

- + выравнивание;
- + точка на кривой;
- + равенство длин;
- + равенство радиусов;
- + фиксация длины и направления;
- + фиксация производных сплайна;
- + горизонтальность;
- + вертикальность;
- + биссектриса;
- + гладкие стыковки по G1 и G2;
- + эквидистантные кривые.

#### 3D-геометрия:

- + соосность;
- + зависимости, определяемые на стороне приложения (user-defined);
- + линейные и угловые паттерны;
- + кулачковые механизмы;
- + шестереночная передача;
- + шестерня-рейка.

# C3D Collision Detection



Модель, демонстрирующая кинематику шагающего робота  
Модель собственного производства

**Быстрое обнаружение столкновений и измерение зазоров для твердотельных моделей, поддержка как точной B-rep геометрии, так и аппроксимации в виде полигональных сеток**

## **Быть уверенным в целостности сборки**

На этапе проектирования сборочного изделия необходимо убедиться в том, что между частями сборки отсутствуют пространственные наложения — коллизии.

Модуль обнаружения столкновений позволяет инженерному приложению (CAD, BIM и т.п.) проверить модели на коллизии, чтобы на раннем этапе предотвратить нарушения сборки или устранить препятствия движению частей механизма. Раннее выявление ошибок моделиро-

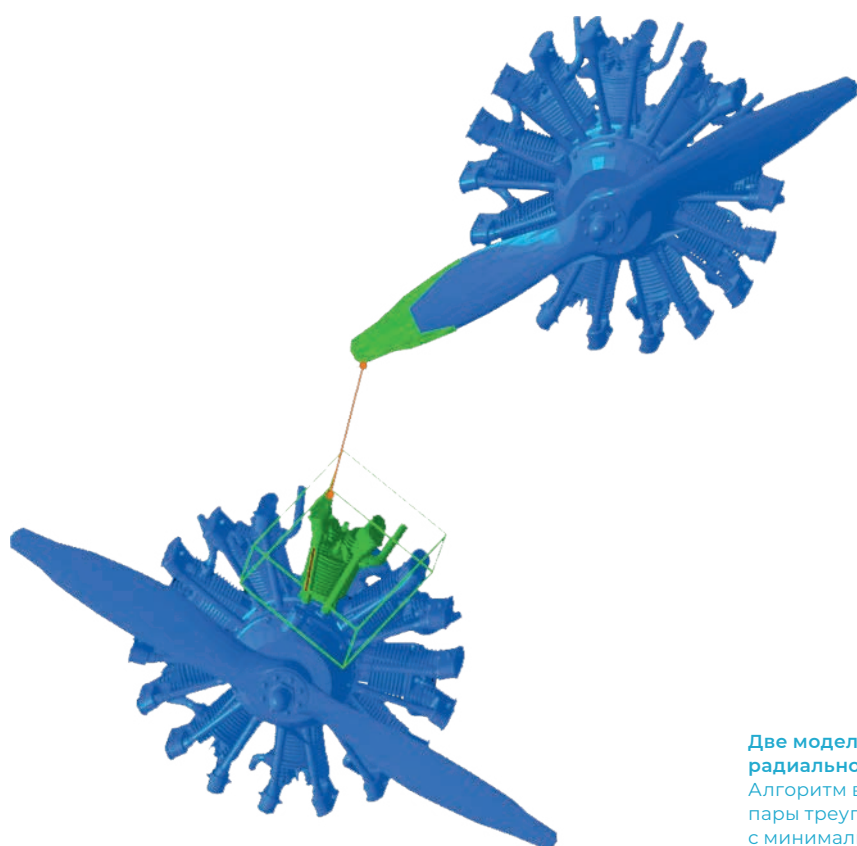
вания снижает издержки на этапе изготовления изделия. Функция измерения расстояния позволяет проверять необходимые зазоры между деталями или подсборками.

## **В статике и в динамике**

Измерения расстояний, зазоров или поиск соударений можно осуществлять как для неподвижной сборки, так и в динамических сценах, когда требуется интерактивное перемещение деталей или симуляция механизмов.

## **Поддержка граничного и полигонального представления геометрии**

Детектор столкновений гарантирует точность своих результатов при работе с геометрией тел в граничном представлении (Boundary representation). При необходимости можно использовать полигональное представление, в том числе для ускорения расчетов.



Две модели поршневого радиального двигателя самолета. Алгоритм вычисления пары треугольников и точек на них с минимальным расстоянием

### Производительность

Модуль столкновений позволяет быстро находить пересечения в заданном наборе геометрических объектов или подтверждать отсутствие коллизий. Скорость работы детектора основана на использовании иерархических деревьев объемов (BVH), которые насчитываются как для отдельных тел, так и для их объединений в под сборки. Другой основой производительности является оптимизированная работа с памятью, в частности для сборки с большим числом одинаковых вставок тел.

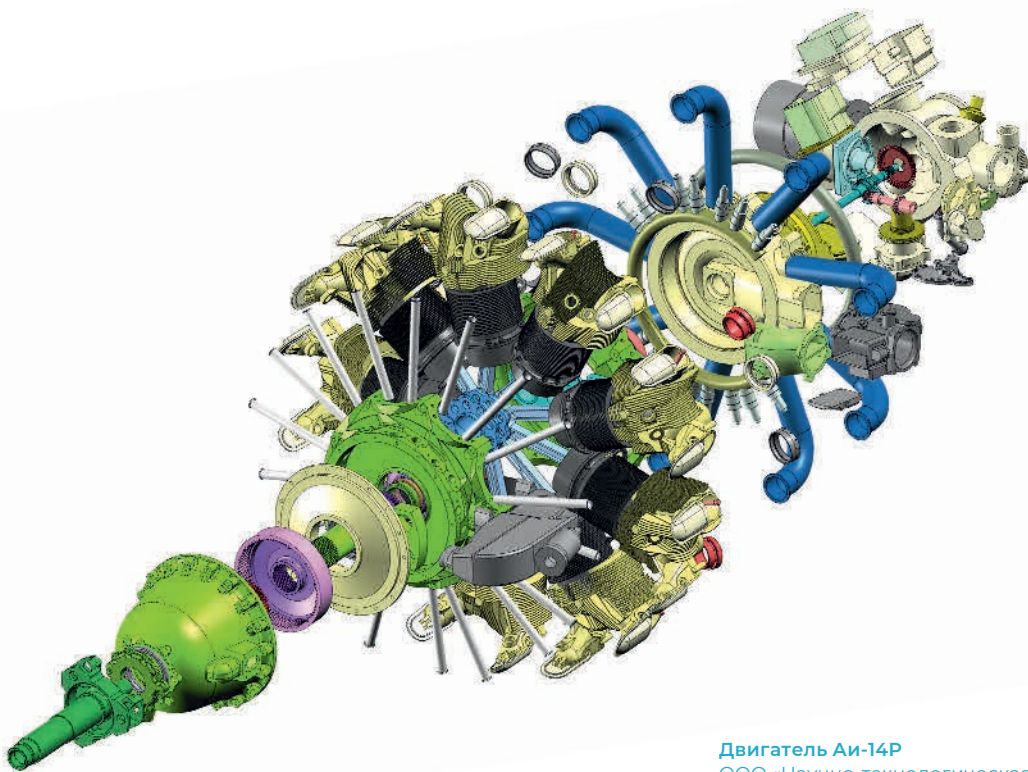
### Гибкая настройка поиска

Детектор столкновений позволяет приложению настраивать уровень детализации поиска. В одном случае требуется найти все грани пересечения тел, в другом случае достаточно выявить факт столкновения пар тел или целых подборок без демонстрации подробностей пересечения. Также можно исключать из поиска некоторые пары и выбирать разные стратегии поиска возможных коллизий. Можно классифицировать результаты поиска как касания или объемные пересечения.

### Структурность сцены

Основное наполнение сцены — это оболочки тел, но они могут быть организованы в иерархии. Структура данных детектора предусматривает работу со вставками повторно используемых оболочек, а также объединение и группировку тел, с которыми детектор может работать как с единым целым. Не всегда требуется тратить время на поиск в пределах одной группы, можно проверять коллизии между целыми группами.

# C3D Vision



**Двигатель Ai-14P**

ООО «Научно-технологическая  
инициатива», Новосибирск  
Конкурс асов 3D-моделирования, АСКОН

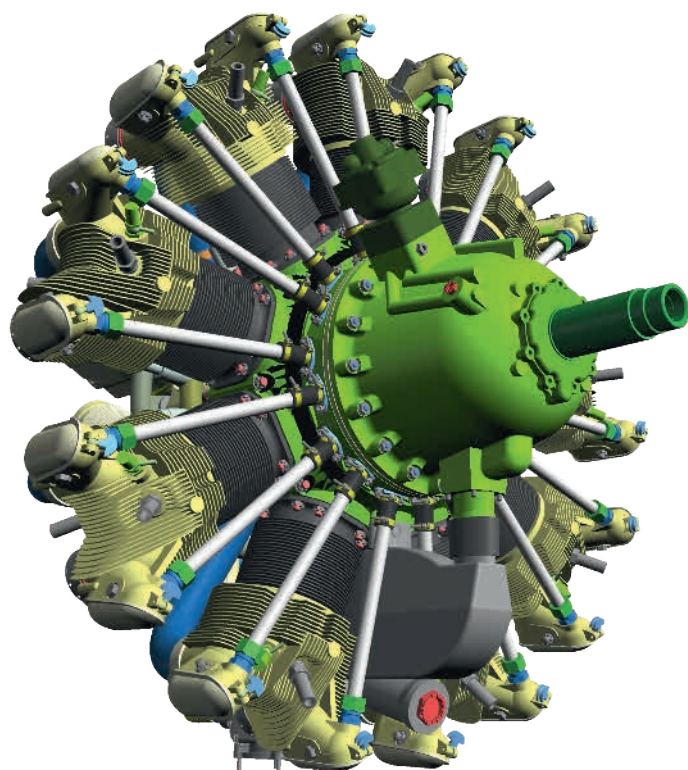
## Настраивайте графические интерфейсы геометрических приложений и контролируйте параметры визуализации 3D-моделей

Модуль C3D Vision отвечает за визуальное отображение геометрических моделей и функционирование графического интерфейса инженерного приложения. Компонент управляет качеством отрисовки геометрических моделей, используя математические, программные и аппаратные средства, вследствие чего повышается скорость работы программного обеспечения с большими сборками.

Применение C3D Vision в разработке открывает ряд новых возможностей для управления трехмерными сценами, позволяет задействовать готовое дерево построения 3D-моделей, анимацию, интерактивные средства манипуляции со сценой, действующие в режиме «пользователь — компьютер», а также виртуальные устройства, являющиеся неотъемлемой частью современного интерфейса инженерного ПО.

## Возможности C3D Vision:

- + отображение любого полигонального представления геометрии;
- + интерактивное взаимодействие пользователя с моделью;
- + управление камерой для отображения сцены;
- + создание конструктивных аннотационных объектов;
- + ускорение визуализации за счет применения программных и аппаратных средств;
- + интеграция с объектами C3D Modeler;
- + поддержка разных типов видеоадаптеров.



#### Двигатель Ai-14P

ООО «Научно-технологическая инициатива», Новосибирск  
Конкурс асов 3D-моделирования, АСКОН

#### Разработан для визуализации инженерных данных в CAD/CAM/CAE/BIM

Модуль визуализации ориентирован на разработку CAD-систем и подобных им приложений. C3D Vision предоставляет ряд инструментов, необходимых для быстрого старта и создания программного обеспечения:

- + поиск объектов с фильтрацией по типам и примитивам;
- + поиск объектов под курсором для конвертации их в мир объектов модели;
- + манипуляторы и буксировщики для интерактивной работы пользователя с моделью;
- + измерения — линейные, радиальные и угловые размеры.

#### Интегрированная среда

C3D Vision тесно интегрирован с геометрическим ядром C3D Modeler. Чтобы автоматически генерировать графы сцен на основе математических моделей, разработчикам нужно вызвать только одну функцию. Расчет полигональных моделей для объектов визуализации возможен в синхронном или многопоточном режимах.

#### Оптимизация производительности

Для обеспечения комфортной работы со сценой, в частности с объемными моделями, применяется:

- + аппаратное ускорение;
- + расчет видимости объектов сцены с заданием размера объекта в пикселях на экране;
- + вычисление видимости объектов вне экрана;
- + задание уровня детализации (LOD).

# C3D Converter



## Воздушный катер «Скат»

АО «Завод «Фиолент», Симферополь  
Конкурс асов 3D-моделирования, АСКОН

## Импортируйте и экспортируйте из вашего приложения геометрические модели и сопутствующие данные

Модуль обмена C3D Converter отвечает за чтение и запись 3D-моделей в различных обменных форматах. Вместе со сведениями о геометрической форме моделируемого объекта возможна передача информации об авторе, наименования и обозначения объекта, а также технологических данных (PMI).

Конвертеры имеют набор настроек. Например, есть возможность управлять автоматической сшивкой поверхностей в оболочки или обеспечить передачу объектов только заданного типа. Отладочные настройки дают возможность передавать разработчикам исходные данные для анализа и улучшения работы без передачи файлов (например, в случае NDA) целиком. Актуальный список опций доступен в документации.

Для приложений, где запись и чтение файлов обменных форматов может стать узким местом, возможен обмен данными через буфер в памяти. Конвертеры STEP и Parasolid работают в многопоточном режиме для повышения производительности.

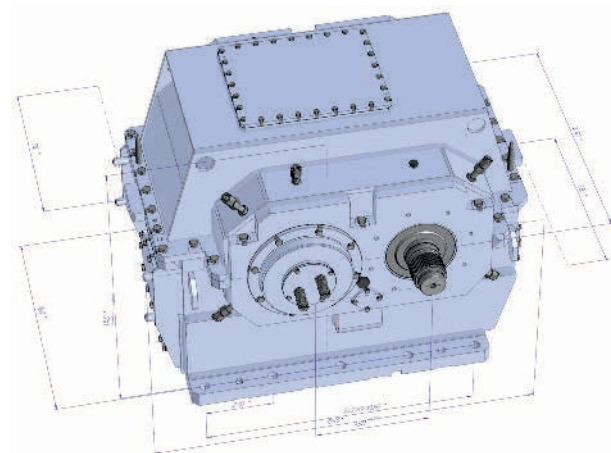
## Поддержка обменных форматов

C3D Converter поддерживает импорт и экспорт геометрии из распространенных обменных форматов, которые доступны по единой лицензии. При выборе формата стоит учитывать особенности представления модели или требования конечного пользователя. Разнообразие поддерживаемых форматов обеспечивает оптимальный выбор.



#### Багги

Витебский государственный технологический университет, Витебск  
Конкурс «Будущие АСы КОМПьютерного 3D-моделирования», АСКОН



#### Мультипликатор

АО «НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа», Казань  
Конкурс асов 3D-моделирования, АСКОН

#### Расширьте возможности импорта

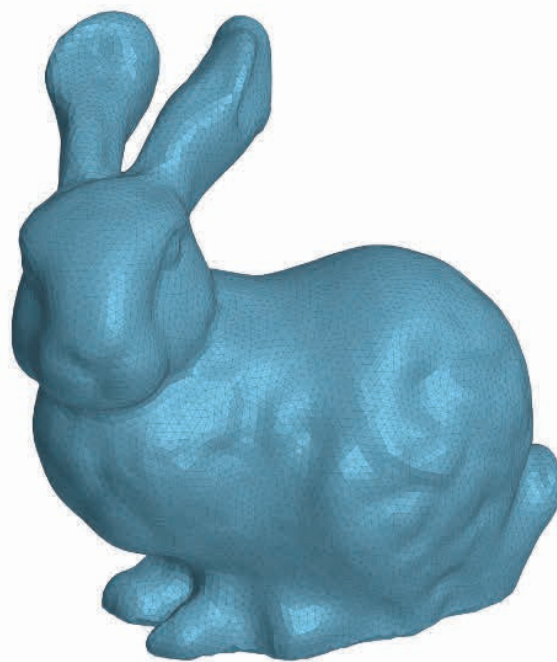
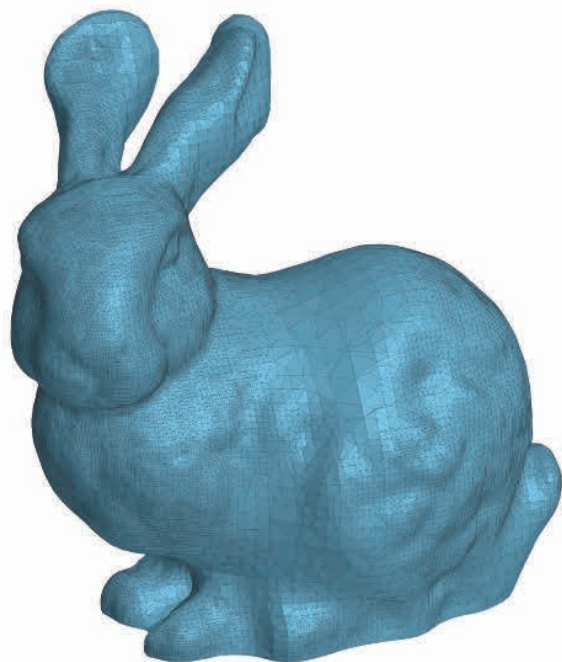
C3D Converter может быть интегрирован с решениями для чтения форматов, не входящих в число поддерживаемых. Механизм плагинов позволяет получать 3D-модели из модулей расширения, не используя файлы обменных форматов, и тем самым обеспечивать высокое быстродействие и качество импорта.

#### В зависимости от возможностей формата передаются:

- + форма в различных представлениях (объемные объекты, поверхности, кривые, точки);
- + сборочная структура, в том числе с глубокой вложенностью и ссылочной геометрией;
- + технологическая информация — аннотации и численные характеристики (PMI, GD&T);
- + атрибуты — визуальные, именованные в представлении «название — значение»..

| Формат                        | Чтение | Запись | Требуется дополнительная лицензия |
|-------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|
| C3D                           | ✓      | ✓      |                                   |
| STEP (AP203, AP214 и AP242)   | ✓      | ✓      |                                   |
| IGES 5.3                      | ✓      | ✓      |                                   |
| ACIS (SAT)                    | ✓      | ✓      |                                   |
| ACIS (SAB)                    | ✓      |        |                                   |
| Parasolid (X_T, X_B)          | ✓      | ✓      |                                   |
| JT                            | ✓      | ✓      |                                   |
| VRML 2.0                      | ✓      | ✓      |                                   |
| STL                           | ✓      | ✓      |                                   |
| 3MF                           | ✓      | ✓      |                                   |
| OBJ                           | ✓      |        |                                   |
| NX v2004-2023                 | ✓      |        | ✓                                 |
| SolidWorks v2007-2024         | ✓      |        | ✓                                 |
| Creo (ProENGINEER) v2002-2023 | ✓      |        | ✓                                 |
| CATIA v2003-2023              | ✓      |        | ✓                                 |
| Inventor v2010-2024           | ✓      |        | ✓                                 |
| Solid Edge 2009-2024          | ✓      |        | ✓                                 |
| IFC                           | ✓      |        | ✓                                 |
| Navisworks v2016-2026         | ✓      |        | ✓                                 |
| Revit v2021-2026              | ✓      |        | ✓                                 |
| AVEVA PDMS                    | ✓      |        | ✓                                 |
| Smart 3D                      | ✓      |        | ✓                                 |

# C3D PolyShaper



Стэнфордский кролик  
Лаборатория компьютерной графики  
Стэнфордского университета

Полигональное представление — это описание геометрии совокупностью вершин, ребер и плоских фасетов, объединенных в многогранный трехмерный объект. Для чтения и записи моделей в таком представлении можно использовать C3D Converter, для визуализации — C3D Vision. C3D PolyShaper — это набор инструментов для редактирования, анализа и устранения дефектов полигональных объектов.

#### Диагностика и устранение дефектов

Полигональные сетки, как правило, имеют спектр проблем как геометрических, так и топологических. Зазоры и большие отверстия, дублирующие вершины, вырожденные треугольники, неманифолдности — далеко не полный список дефектов, встречающихся в моделях. Это мешает нормальному функционированию большинства алгоритмов. Поэтому диагностика и лечение являются важной частью работы с полигональными объектами.

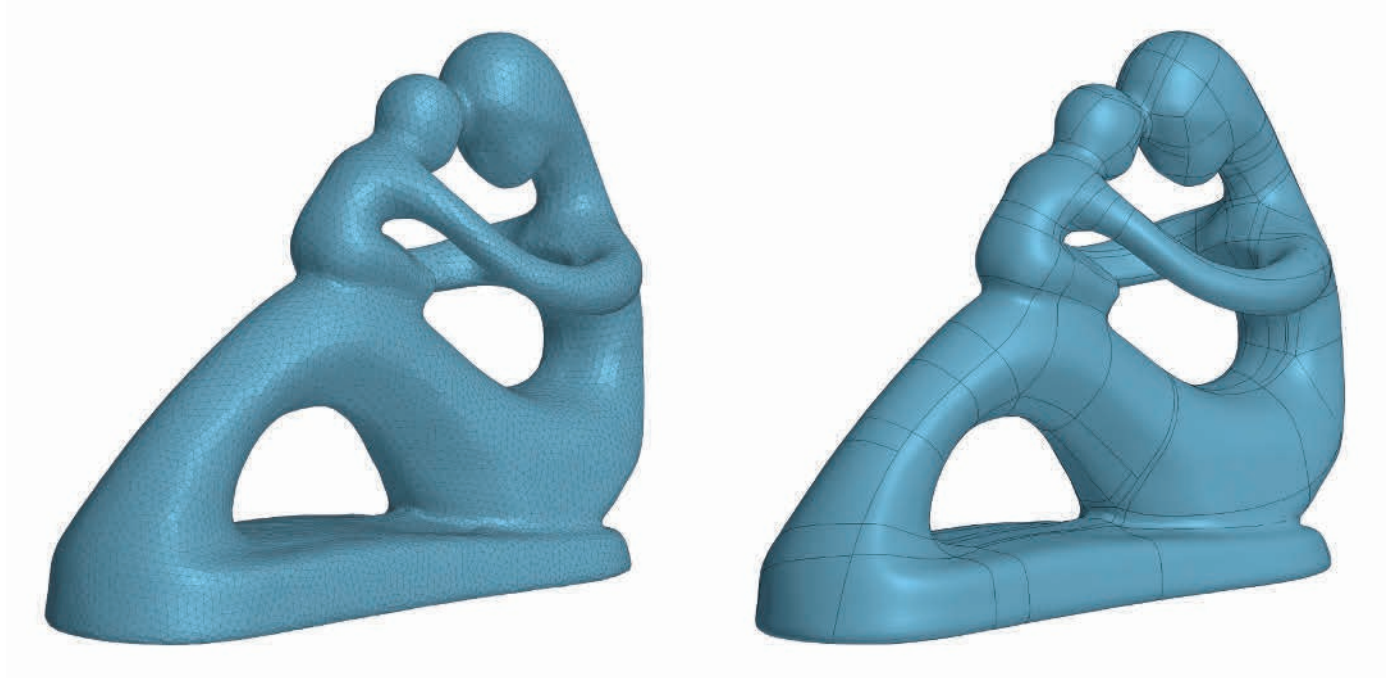
В C3D PolyShaper доступны:

- + диагностика сетки;
- + лечение вырожденных треугольников;
- + сшивка сетки;
- + исправление неконсистентных нормалей;
- + контроль неманифолдности.

#### Упрощение, уточнение и ремешинг триангуляции

Для повышения скорости работы с полигональными сетками можно уменьшать количество треугольников в исходной модели. В C3D PolyShaper возможны два варианта упрощения сетки: до заданного количества треугольников и до достижения заданной точности. Можно получить целый набор упрощенных сеток с разным уровнем детализации. Алгоритм упрощения гарантирует сохранение топологических свойств полигонального объекта.

Обратный инструмент локального уточнения сетки востребован в расчетных задачах, когда необходимо повысить точность вычислений в отдельных областях модели. При этом сохраняется плавный переход от крупных треугольников к более мелким. Ремешинг улучшает качество сетки — делает треугольники максимально равносторонними. Улучшение качества сетки важно для обеспечения надежности многих алгоритмов, в том числе в расчетных системах.



#### Фертильность

Репозиторий форм AIM@SHAPE-VISIONAIR

#### Редактирование

Для изменения полигональных сеток доступны следующие инструменты:

- + удаление выбранных треугольников;
- + булевы операции;
- + сечение модели плоскостью;
- + обрезка сетки габаритным кубом.

#### Анализ полигональных моделей

C3D PolyShaper позволяет анализировать полученные разными способами сетки, например, при сканировании или топологической оптимизации.

Для случая, когда заранее известно, что объекты должны совпадать (допустим, модель изделия и его сканированная копия), можно применять автоматическое или полуавтоматическое совмещение объектов для последующего их сравнения.

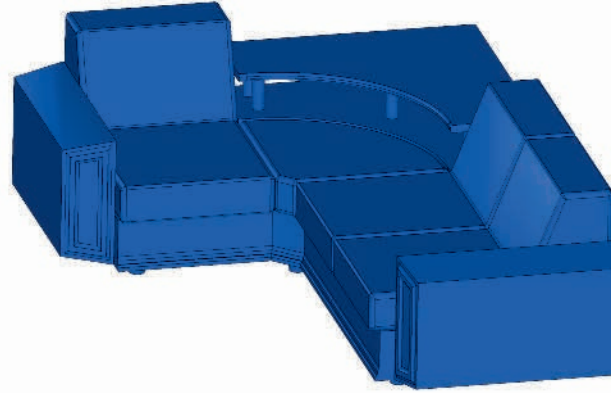
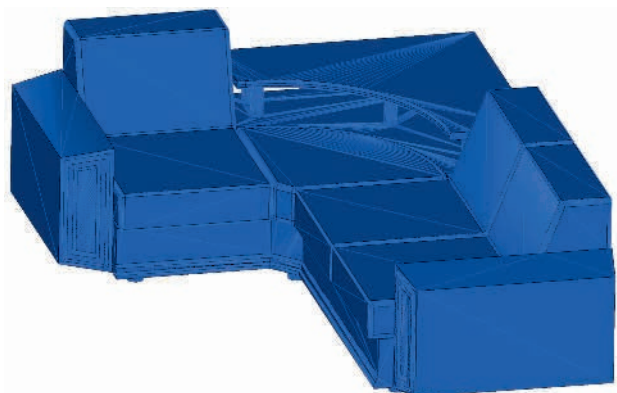
Другое направление анализа — реверс-инжиниринг: преобразование полигонального объекта в твердое тело. Для решения этой задачи применяется вписывание аналитических поверхностей методом наименьших квадратов.

Можно выбрать автоопределение либо вручную указать тип поверхности: плоскость, цилиндр, конус, сфера, тор. Чувствительность к шуму сетки настраивается по разным критериям. Контроль формы направлен на то, чтобы не создавать поверхности, близкие к вырожденным, например, почти плоские или почти цилиндрические конусы. Входными данными являются набор треугольников и желаемая точность.

Другим направлением является автоматическое преобразование моделей с преобладанием свободных форм в оболочку на основе сети NURBS-патчей.

Как правило, сетка интересна не столько сама по себе, сколько вместе с логическим разбиением фасетов на группы. Сегментация позволяет придать полигональной модели топологию аналогично стандартной B-гер-модели. Только гранями являются связанные группы фасетов, а ребра составлены из последовательности ребер сетки. Каждому топологическому сегменту можно присвоить атрибут. Это может быть число, вектор, поверхность или произвольная структура.

# C3D B-Shaper



«Диван» — компонент модели  
«Дом на острове»

Центр Образования им. Героя России  
В. Духина, Центр Новых Информационных  
Технологий СевКавГТУ, Ставрополь  
Конкурс «Будущие АСы КОМПьютерного  
3D-моделирования», АСКОН

## Работайте с инструментами реверс-инжиниринга полигональных моделей в вашем приложении

Модуль C3D B-Shaper преобразует полигональные модели в твердотельные с граничным представлением (Boundary representation или B-rep). На граничном представлении геометрии основано трехмерное моделирование в большинстве современных инженерных 3D-приложений. Появлению моделей в полигональном представлении способствует распространение технологий 3D-сканирования, развитие контрольно измерительной аппаратуры, необходимость обработки результатов топологической оптимизации.

**Модуль C3D B-Shaper предоставляет инструменты для преобразования полигональной сетки в B-rep-модель:**

- + автоматическая/интерактивная сегментация полигональной модели;
- + вписывание поверхности в множество полигонов с контролем точности;
- + сборка модели в B-Rep-представлении.

## Собственный математический алгоритм

Уникальный алгоритм модуля C3D B-Shaper разбивает полигональную сетку на сегменты — прообразы предполагаемых граней. После этого выделенные области могут быть распознаны как элементарные поверхности (плоскость, цилиндр, конус, сфера, тор) или поверхности свободной формы (NURBS). Между соседними сегментами вычисляются кривые пересечения, на основе которых в дальнейшем строятся ребра граней тела.

## Повышает производительность приложений

В крупных проектах, насыщенных полигональными моделями, применение C3D B-Shaper позволяет ускорить расчеты, упростить визуализацию и тем самым повысить производительность приложения.

## Регулируемая точность

Точность работы метода определяется максимальным допустимым отклонением распознанных поверхностей от вершин полигональной сетки.



«Гитара» — компонент модели  
«Дом на острове»

Центр Образования им. Героя России  
В. Духина, Центр Новых Информационных  
Технологий СевКавГТУ, Ставрополь  
Конкурс «Будущие АСы КОМПьютерного  
3D-моделирования», АСКОН

**Основанный на собственных алгоритмах C3D B-Shaper делает полигональные модели доступными для таких сфер применения, как:**

- + реверс-инжиниринг — редактирование моделей, полученных в результате 3D-сканирования;
- + работа с полигональными моделями из каталогов готовых и типовых моделей деталей, элементов зданий и сооружений;
- + обработка результатов топологической оптимизации в CAE-системах.

**Особенности работы B-Shaper:**

- + управление точностью распознавания поверхностей;
- + сегментация полигональной сетки;
- + редактирование сегментации — объединение, разделение сегментов и другие методы;
- + реконструкция поверхности определенного типа на сегменте;
- + генерация моделей в граничном представлении.

**API C3D B-Shaper предусматривает два режима работы:**

- + автоматический режим позволяет получить приемлемые результаты на качественных полигональных сетках, которые, как правило, являются триангуляцией CAD-моделей с преобладанием элементарных поверхностей;
- + интерактивный режим применяется для случаев, когда полигональная сетка получена сканированием объекта и присутствуют поверхности общего вида.

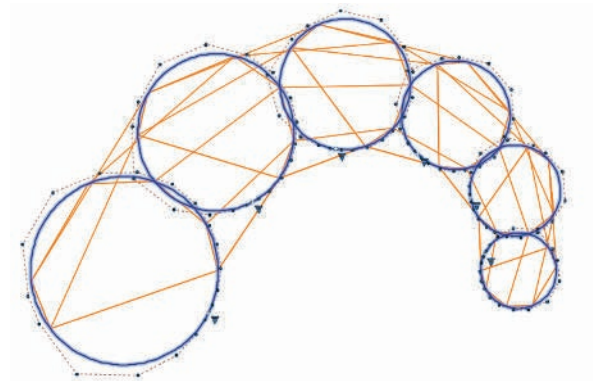
Моделируйте сложные кривые и поверхности самого высокого качества. В современном мире повсеместно востребованы CAD-системы, позволяющие моделировать сложные кривые и поверхности. Эти возможности задействованы в решении многих проектных задач в самых разных областях науки и техники. Однако, даже если CAD-система поддерживает моделирование кривых и поверхностей класса A, она может не обеспечивать моделирование функциональных кривых надлежащего качества по критериям плавности.

В C3D Modeler реализована функциональность, которая позволяет моделировать кривые и поверхности самого высокого качества. Мы предлагаем возможность моделирования так называемых кривых класса F, которые соответствуют приведенным ниже требованиям:

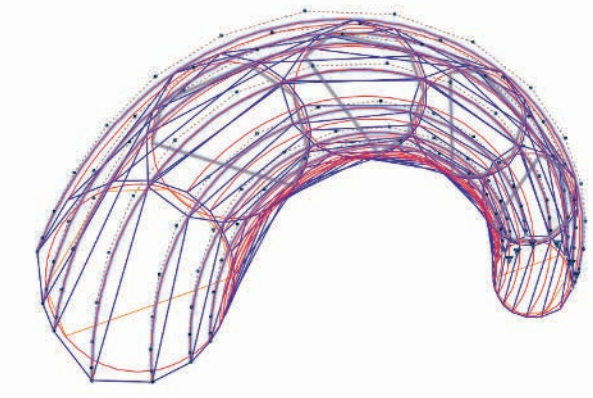
- + минимальное число опорных точек моделируемой сплайн-траектории движения и высокий, не ниже четвертого, порядок гладкости;
- + плавное кручение пространственной кривой;
- + ограничение максимального значения кривизны и скорости ее изменения;
- + минимизация функционала потенциальной энергии.

Кривые класса F моделируются с помощью методов компонента C3D FairCurveModeler, которые, помимо возможности построения кривых высокого качества по критериям плавности, также обеспечивают:

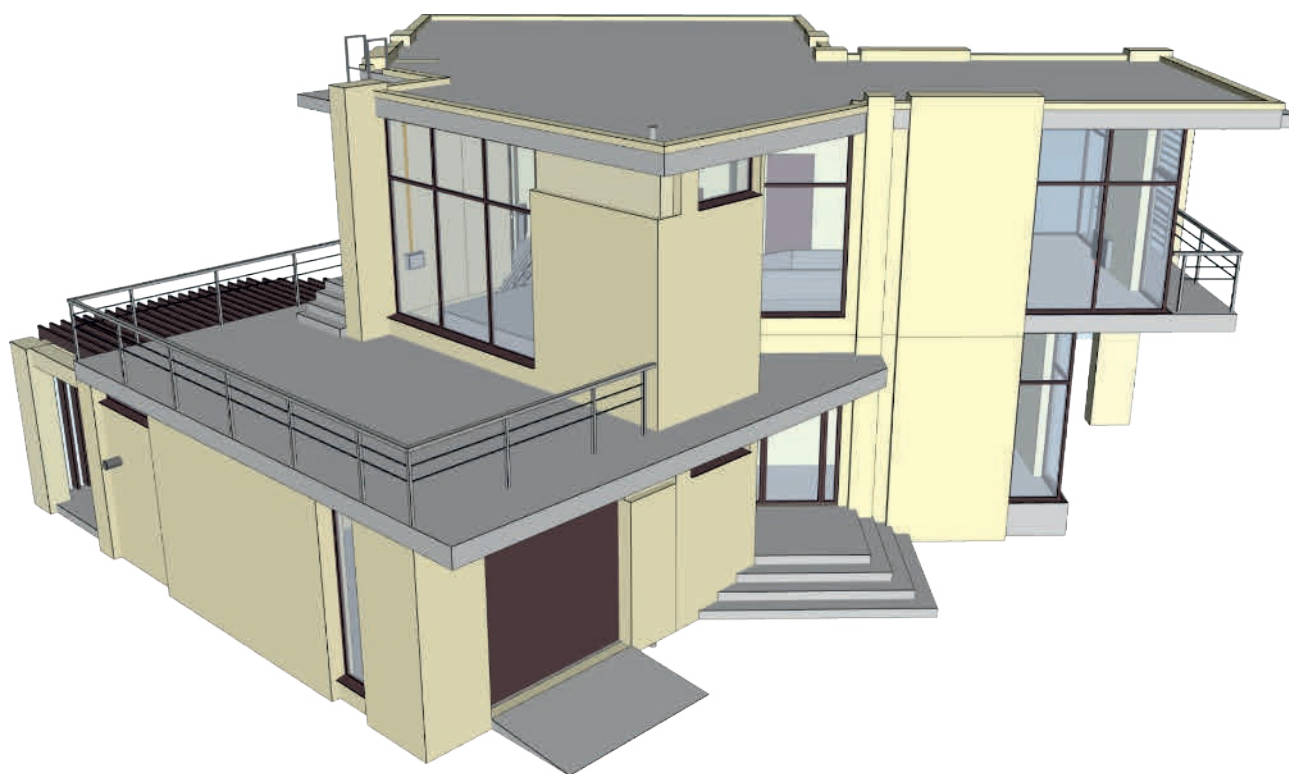
- + устойчивость формообразования или «изогеометричность»;
- + инвариантность относительно аффинных и проективных преобразований;
- + возможность изогеометрической аппроксимации аналитических кривых с сохранением их базовых свойств;
- + гибкость и инструментальное разнообразие.



Каркас S-полигонов образующих B-кривых  
Модель собственного производства  
Статья «Функциональные кривые высокого качества — инновация в геометрическом моделировании от C3D Labs (часть II)»



Каркас S-полигонов формирует S-фрейм B-сплайновой поверхности  
Модель собственного производства  
Статья «Функциональные кривые высокого качества — инновация в геометрическом моделировании от C3D Labs (часть II)»



### Maisonette

Модель из примеров моделей в BIM-системе Renga

### Создавайте веб-приложения по работе с трехмерной графикой

C3D OnWeb — это набор микросервисов для создания веб-приложений, построенный на клиент-серверной архитектуре. Микросервисы отвечают за подготовку и передачу графических данных с сервера, в то время как веб-клиент занимается их визуализацией. Такой подход позволяет разработчикам веб-приложений ускорить разработку продуктов, управлять визуализацией, загружать большие сборки, не являясь экспертом в области 3D-графики.

### Графический сервис

Графический микросервис C3D OnWeb совместно с Web-клиентом обеспечивают высокопроизводительную визуализацию геометрических данных прямо в браузере с использованием технологии WebGL. Микросервис подготавливает геометрию в виде графического эша, а клиент отвечает за рендеринг 3D-моделей.

Web-клиент оптимизирован для браузеров на движке Chromium и позволяет управлять трехмерными сценами, менять визуальные свойства геометрии, задействовать дерево построения 3D-моделей, интерактивные инструменты: выделение геометрии, сечение, измерение, аннотации и др. Все операции происходят в клиенте, с синхронизацией через сервис, что обеспечивает высокую скорость работы.

### Сервис конвертации

Микросервис конвертации C3D OnWeb предназначен для серверной обработки геометрических данных из различных форматов: обменных (STEP, IFC, OBJ, STL, и др.) и проприетарных (NX, Solid-Works, Catia, Revit и др.).

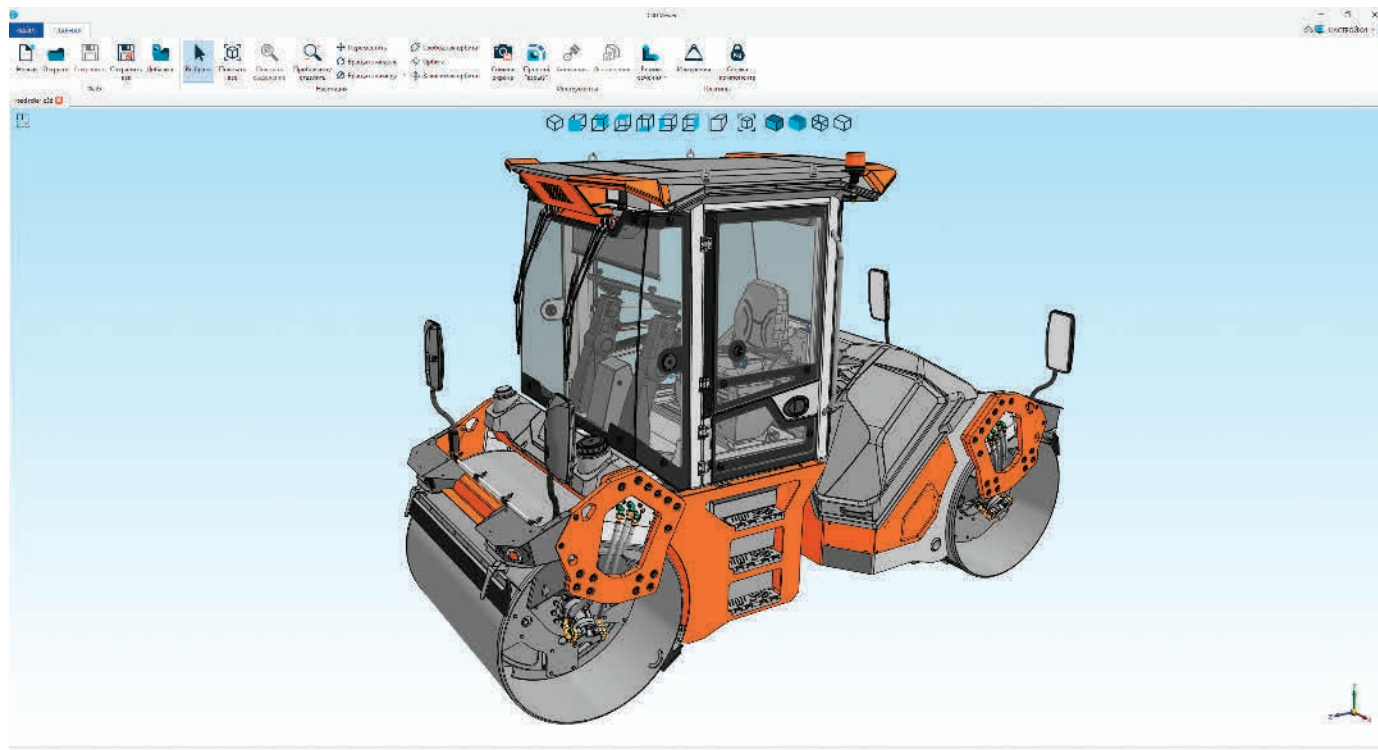
Сервис преобразует исходные модели в открытое представление, сохраняя топологию, атрибуты, но значительно снижая объем данных.

Сервис дополнительно подготавливает атрибутивную информацию — свойства объектов, материалы, метаданные — в удобном JSON-формате, готовом для интеграции с фронтендом или базами данных. Процесс полностью автоматизирован и асинхронен: разработчик отправляет файл через REST API, а сервис возвращает оптимизированный пакет с прогрессом выполнения.

### Сервис лицензирования

Микросервис лицензирования C3D OnWeb предоставляет систему управления доступом к другим микросервисам набора. Он проверяет права пользователей на каждый API-вызов в реальном времени. Это обеспечивает гибкую защиту ресурсов без дополнительной нагрузки на систему.

# 3. C3D Viewer



Асфальтовый каток массой 7 тонн ZDM-7,5-VD  
ООО «Завод «Дорожных машин», Рыбинск.  
Конкурс асов 3D-моделирования, АСКОН

C3D Viewer — это простое в использовании приложение для визуализации трехмерной модели, которое поддерживает чтение широкого списка CAD-форматов и инструменты анализа моделей. Основано на функциональности компонентов C3D Toolkit: Modeler, Solver, Vision, и Converter.

C3D Viewer используется для быстрого получения общего представления о модели, измерений, расчёта массы и объёма, визуального контроля качества перед инженерным расчётом или 3D-печатью, согласования, компоновки и создания отчётов без специальной подготовки и навыков работы в САПР.

Доступны три версии приложения: C3D Viewer - бесплатная с базовым набором функциональности, Pro версия с возможностью чтения проприетарных форматов и записи в обменные форматы, и Enterprise версия с доступом к API для встраивания в корпоративные информационные системы по технологии ActiveX.

Все версии приложения включают базовую функциональность

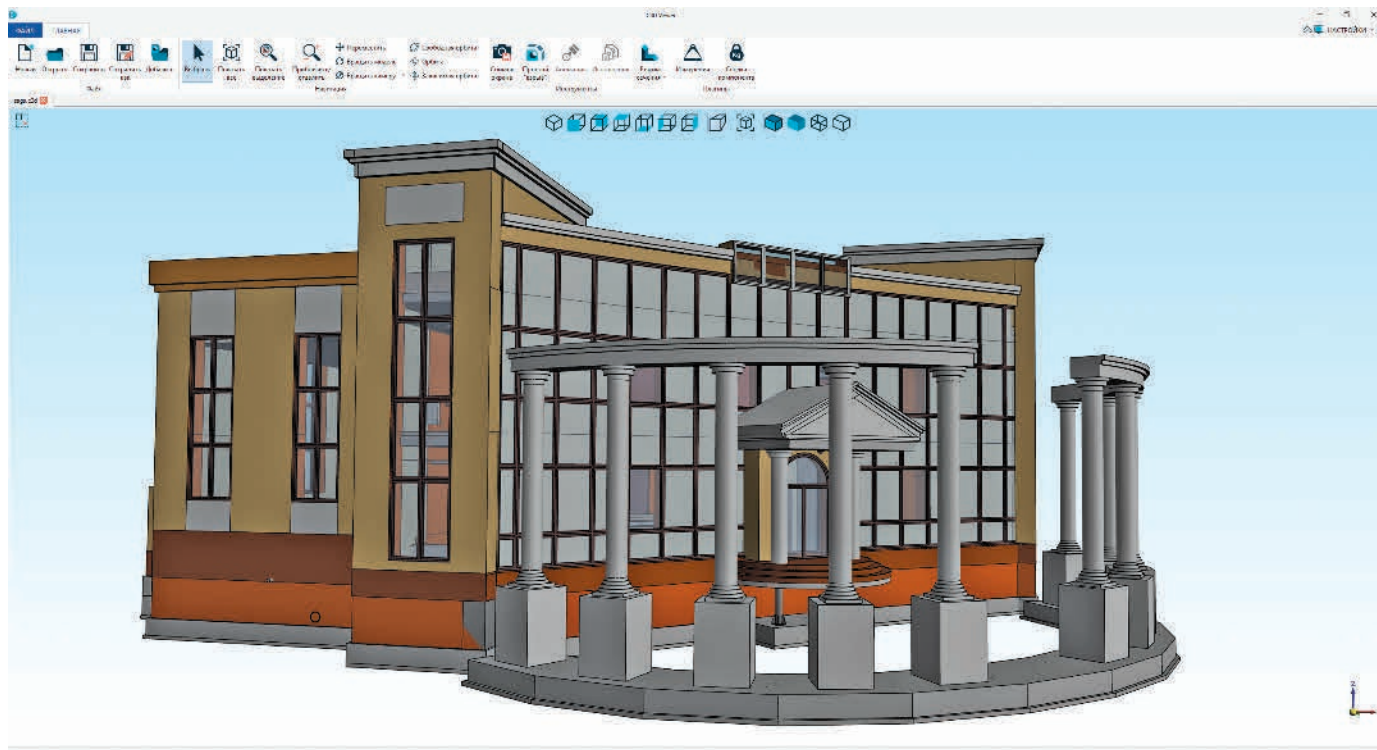
## Базовая Функциональность

### Импорт и экспорт геометрии

- + чтение моделей форматов: C3D, JT, STEP, X\_T, X\_B, SAT, IGES, STL, VRML, OBJ;
- + загрузка нескольких моделей в одну сцену;
- + сохранение 3D моделей в формат C3D и растровые изображения: JPEG, TIFF, BMP, PNG.

### Инструменты работы с моделью

- + снимок с экрана;
- + разнесенный вид;
- + анимация при наличии в модели;
- + просмотр исполнений при наличии в модели;
- + динамическое сечение;
- + геометрические измерения;
- + управление источниками света;
- + изолирование выбранного объекта;
- + расчет массо-центровочных характеристик.



**Дворец бракосочетания в г. Боброве**  
 3D-модель предоставлена  
 компанией Renga Software

**Рендеринг и производительность**

Для комфортной работы со сложными моделями предусмотрены настройки производительности:

- + опция скрытия ребер в режиме полутонового изображения;
- + сглаживание;
- + отсечение (pixel/frustum culling).



Скачать свою версию C3D Viewer

**Выберите версию под свои задачи.**

| Функциональность   | C3D Viewer | C3D Viewer Pro | C3D Viewer Enterprise |
|--|------------|----------------|-----------------------|
| Базовая функциональность   | ✓          | ✓              | ✓                     |
| Инсталлятор для Linux  | ✓          |                |                       |
| Чтение: NX, SolidWorks, Creo, CATIA, Inventor, Solid Edge                                    |            | ✓              | ✓                     |
| Сохранение: JT, STEP, X_T, X_B, SAT, IGES, STL, VRML, 3MF                                    |            | ✓              | ✓                     |
| Собственное API для встраивания в корпоративные информационные системы по технологии ActiveX |            |                | ✓                     |

C3D Labs разрабатывает инструменты для создания инженерного программного обеспечения, в том числе геометрическое ядро — ключевой программный компонент трехмерных САПР.

Компания основана в 2012 году на базе математического подразделения АСКОН, работавшего над ядром с 1995 года, и сегодня входит в АСКОН как 100% дочерняя компания.

В 2026 году программными компонентами C3D пользуются более 60 компаний-разработчиков в 14 странах мира.

[www.c3dlabs.ru](http://www.c3dlabs.ru)

