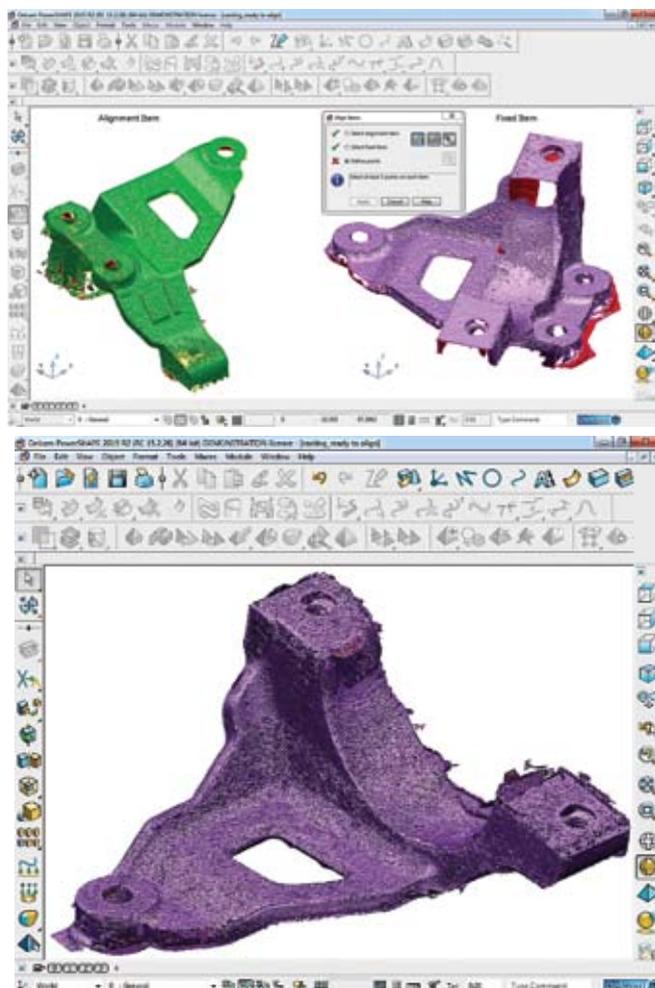


# Новые функции для реверсивного инжиниринга в CAD-системе

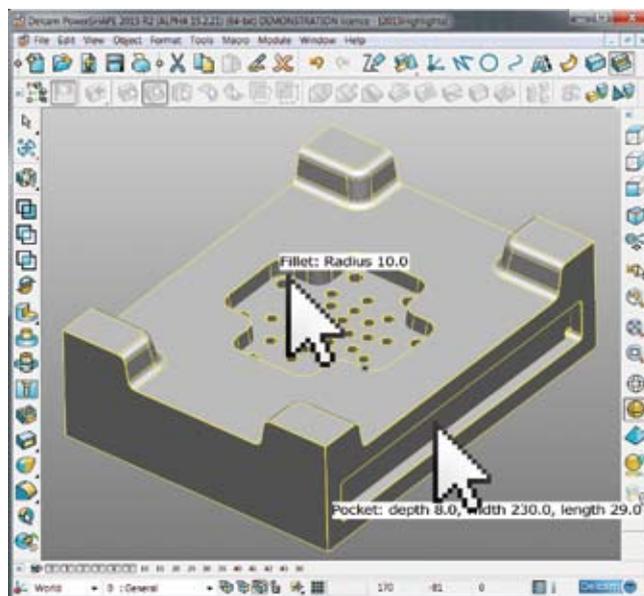
## PowerSHAPE Pro 2015 от компании Delcam

Компания Delcam сообщила о выходе второго планового релиза CAD-системы **PowerSHAPE Pro 2015**, предназначенной для проектирования изделий и сложной технологической оснастки. В новом релизе появились значительные улучшения, направленные на упрощение и ускорение редактирования 3D-моделей. Усовершенствованный функционал будет особенно востребован при реверсивном инжиниринге и конструкторско-технологической подготовке производства. Видеопрезентации новых возможностей **PowerSHAPE Pro** можно посмотреть на сайте: [www.delcam.tv/ps2015/lz/EN/whats-new.asp](http://www.delcam.tv/ps2015/lz/EN/whats-new.asp)

PowerSHAPE является самостоятельной независимой CAD-системой, способной интегрироваться с другими компонентами комплексного CAD/CAM/CAI-решения от компании Delcam, предназначенного для конструктивно-технологической подготовки производства. Основное предназначение **PowerSHAPE** – создание качественной CAD-модели, пригодной для последующей разработки на ее основе эффективных управляющих программ для станков с ЧПУ. Программа **PowerSHAPE Pro** позволяет одновременно оперировать в едином геометрическом пространстве 3D-модели с тверды-



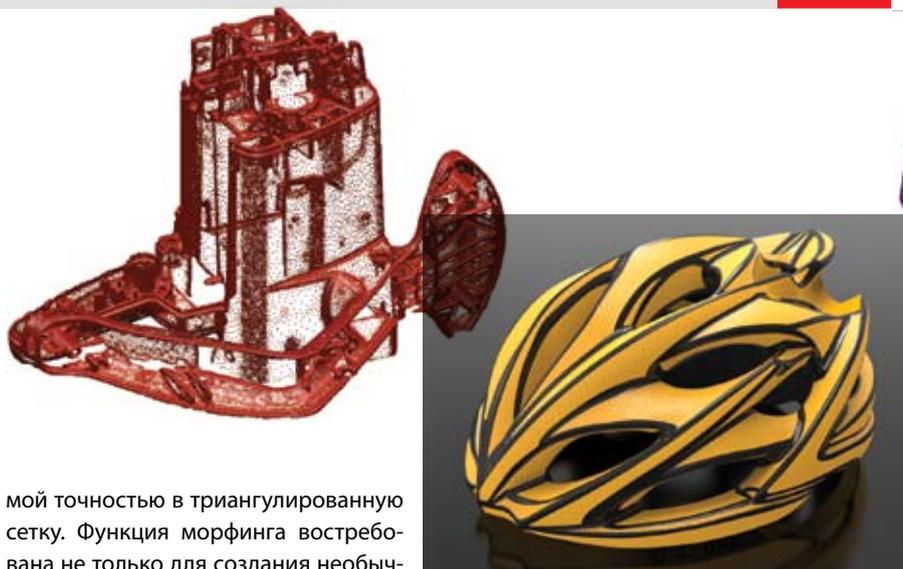
## PowerSHAPE 2015 R2



ми телами (традиционное твердотельное моделирование), поверхностями с точным математическим описанием (поверхностное моделирование и прямое редактирование), триангулированными сетками (фасетное моделирование) и облаками сканированных 3D-точек. В большинстве конкурирующих гибридных CAD-систем реализовано лишь поверхностное и твердотельное моделирование, а триангулированные сетки и облака 3D-точек если и могут быть визуализированы, то их нельзя взять за основу для построения CAD-модели. Способность **PowerSHAPE Pro** эффективно обрабатывать сканированные облака точек позволяет избежать необходимости многократной передачи 3D-данных между различными программами (модулями) и значительно повысить эффективность работы.

Благодаря возможности работы с триангулированными поверхностями в **PowerSHAPE Pro** реализованы крайне редко встречающиеся в других CAD-системах функции морфинга и нанесения на поверхность изделия 3D-текстур (рельефных изображений). Триангулированная 3D-модель рельефной поверхности может быть создана в программе для создания художественных изделий **ArtCAM** (также разработка **Delcam**) или сканирована с физического прототипа при помощи лазерного 3D-сканера. Литые пластмассовые изделия с текстурированной "под натуральную кожу" поверхностью широко применяются для оформления салонов транспортных средств. Функция наложения декоративных рельефных изображений используется при производстве тары, упаковки, посуды, предметов интерьера и т.п.

Функции морфинга позволяют выполнять над группами триангулированных поверхностей глобальные деформации, такие как изгиб, сдвиг, кручение и т.д. Если за основу берется традиционная твердотельная или поверхностная CAD-модель, то все деформируемые поверхности с точным математическим описанием предварительно преобразуются с требу-



мой точностью в триангулированную сетку. Функция морфинга востребована не только для создания необычного дизайна, но и в процессе изготовления или доработки сложной технологической оснастки. Например, при помощи морфинга можно деформировать формообразующие поверхности CAD-модели матрицы с целью компенсации пружинения изделия в процессе листовой штамповки. Этот метод глобального редактирования оказывается гораздо проще и эффективнее, чем традиционные средства поверхностного моделирования или прямого редактирования.

Компания Delcam реализовала в своем CAD/CAM/CAI-решении технологию адаптивной механообработки, суть которой заключается в адаптации управляющих программ для станка с ЧПУ в соответствии с фактическими размерами обрабатываемой детали после каждой технологической операции (фрезерования, шлифования или полирования). Адаптивная механообработка активно используется ведущими зарубежными производителями турбореактивных авиационных двигателей (ТРД) для восстановления методом наплавления (плакирования) незначительных сколов на кромках дорогостоящих турбинных лопаток.

В отличие от традиционных методов механообработки на станках с ЧПУ, в адаптивной механообработке реализована обратная связь между размерами обработанной детали и ЧПУ-программой. Для этого после каждой операции механообработки непосредственно на станке выполняются замеры обрабатываемой детали с помощью прецизионных контактных измерительных систем (например, фирмы Renishaw). Данные фактических замеров сравниваются в CAI-системе **PowerINSPECT** с теоретической 3D-моделью, по которой разрабатывалась ЧПУ-программа для данной конкретной операции. Затем данные фактических замеров передаются обратно в CAD-систему **PowerSHAPE**, где при помощи функции морфинга форма 3D-модели приводится к фактической. После этого доработанная 3D-модель передается в CAM-систему **PowerMILL**, управляющая программа для станка с ЧПУ генерируется заново и цикл обработки повторяется.

Новый релиз **PowerSHAPE Pro 2015R2** содержит в себе исчерпывающий функционал для решения задач реверсивного инжиниринга. Прежде всего, данные с оптических и лазерных 3D-сканеров разных производителей могут поступать напрямую в эту CAD-систему и визуализироваться в режиме реального времени в пространстве 3D-модели. При этом пользователь сразу видит в окне программы, какие участки физического прототипа еще не были отсканированы или были оцифрованы недостаточно качественно. Сразу после завершения процесса 3D-сканирования пользователь может обработать полученные данные: удалить заведомо ошибочные или из-

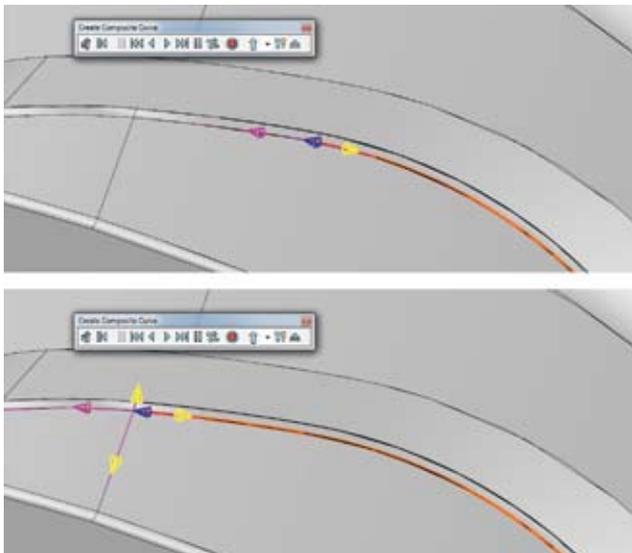
быточные точки; обрезать, сгладить и проредить триангулированные поверхности; совместить все сканиро-

ванные участки в единую систему координат 3D-модели и т.д. Затем триангулированные сетки могут быть использованы в логических операциях совместно с твердыми телами и поверхностями, а также непосредственно друг с другом. Одна из наиболее часто востребованных операций в процессе реверсивного инжиниринга – нахождение линии пересечения триангулированной сетки с произвольно ориентированной плоскостью или конической (цилиндрической) поверхностью. В результате данной операции получается ломаная полилиния, которую пользователю в зависимости от типа образующих поверхностей необходимо аппроксимировать прямой линией, дугой окружности, эллипсом, параболой или математическим сплайном. Аппроксимация может быть выполнена пользователем в ручном или полуавтоматическом режиме, – CAD-система автоматически распознает сопряженные прямые отрезки и дуги окружности. В дальнейшем эти линии можно образмерить и использовать в качестве оснований, сечений и направляющих кривых для построения поверхностей и твердых тел с точным математическим описанием.

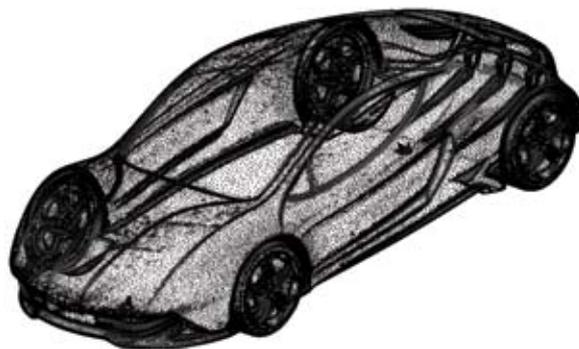
В новом релизе **PowerSHAPE Pro** были усовершенствованы инструменты для создания и редактирования кривых. Во-первых, улучшен алгоритм построения композитных кривых на основе кромок поверхностей. Если кромка поверхности фрагментирована, то в более ранних версиях пользователю приходилось делать больше кликов мышкой, чтобы указать все участки полилинии. Во-вторых, у пользователя появилась возможность равномерно перераспределять с заданным допуском точки вдоль кривой, что бывает необходимо для создания качественных гладких поверхностей в процессе реверсивного инжиниринга.

Для удобства работы пользователя интерактивная функция **Smart Feature Selector** динамически отображает тип и параметры указанной курсором поверхности. При необходимости эта функция также позволяет найти и отредактировать сразу все геометрические элементы требуемого типа. Например, пользователь может за одну операцию изменить глубину всех отверстий заданного диаметра или радиус всех скруглений.

Если пользователю в процессе сканирования физического прототипа приходилось его перемещать или поворачивать для обеспечения доступа с разных сторон, то впоследствии возникает задача совмещения отдельных сканированных лоскутков в единую систему координат. В **PowerSHAPE Pro 2015R2** значительно упрощена процедура сшивки 3D-модели из нескольких сканированных участков, например, верхней и нижней части изделия. Для упрощения этой процедуры пользователь может разместить состыковываемые участки в раз-



ных окнах программы и вручную подобрать приблизительно одинаковые 3D-ракурсы, а новая функция позволяет синхронизировать вращение и масштабирование видов в сопряженных окнах. Например, верхняя и нижняя часть детали будут



видны в двух разных окнах в одинаковых ракурсах, как будто они уже составляет одну целую 3D-модель, – так пользователю становится намного проще указать CAD-системе сопрягаемые элементы на соседних участках. Если изделие не имеет явно выраженных конструктивных или технологических баз (например, объекты живой природы), то тогда для сопряжения соседних участков можно использовать контрольные точки или автоматический метод наилучшего сопряжения.



## CAI-система PowerINSPECT 2015 – возможности новой версии

С 5-го по 8-е мая этого года в Штутгарте (Германия) пройдет ежегодная Международная торговая ярмарка решений для обеспечения качества продукции **Control 2015**, на которой компания Delcam представит новую версию своей CAI-системы (от англ. Computer Aided Inspection) **PowerINSPECT**. Эта программа предназначена для контроля точности с использованием координатно-измерительных машин (КИМ) и станков с ЧПУ разных типов и производителей, в том числе: портативных КИМ типа «рука»; КИМ с ЧПУ; прецизионных контактных измерительных систем, устанавливаемых непосредственно на станок с ЧПУ; а также оптических и лазерных измерительных устройств. **PowerINSPECT** позволяет сравнивать данные фактических замеров с теоретической CAD-моделью изделия и автоматически обрабатывать результаты, отображая их на экране в графическом виде на основе 3D-модели изделия с интуитивно понятным цветовым кодированием информации. При необходимости **PowerINSPECT** может автоматически генерировать отчеты о проделанных измерениях, настроенные в соответствии со стандартами конкретного предприятия.

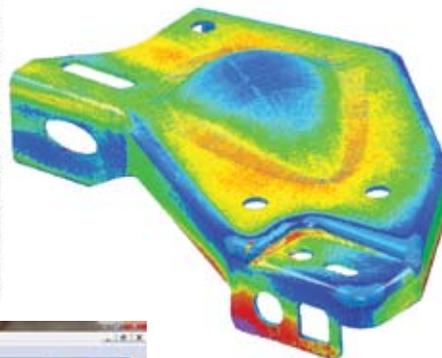
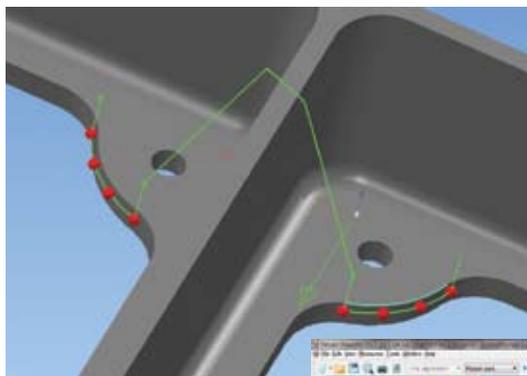
CAI-система **PowerINSPECT** представляет собой полностью завершённое независимое решение, предлагаемое заказчику в зависимости от типа используемой ими КИМ в виде нескольких отличающихся по функционалу модификаций. Благодаря поддержке широкого спектра оборудования разных производителей, **PowerINSPECT** позволяет стандартизировать процесс контроля точности в рамках всего предприятия, тем самым обеспечивая единый формат хранения и передачи данных. Наибольших преимуществ от использования **PowerINSPECT** получают предприятия, внедрившие на производстве комплексное решение от компании **Delcam**, включающее в себя CAD-систему **PowerSHAPE**, CAM-систему **PowerMILL** и CAI-систему **PowerINSPECT**. Тесная интеграция средств 3D-моделирования, контроля точности и разработки управляющих программ для фрезерных станков с ЧПУ позво-

### PowerINSPECT 2015

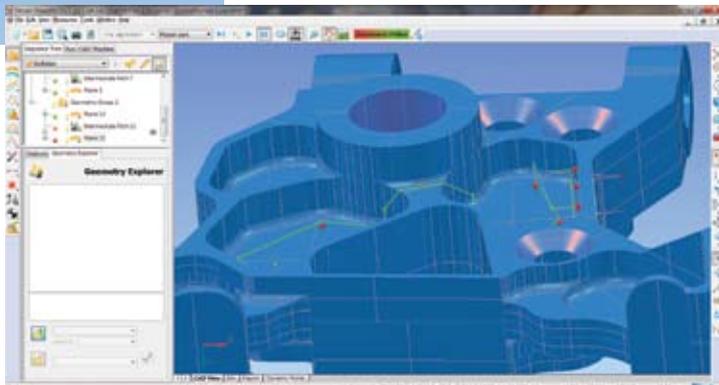
ляет эффективно решать сложные задачи реверсивного инжиниринга (обратного проектирования), виртуального базирования на станке и адаптивной механообработки.

Основное новшество в **PowerINSPECT 2015** – функция автоматического предотвращения столкновений, которая востребована при офлайн программировании последовательности измерений на станках с ЧПУ и КИМ с ЧПУ, оснащенных прецизионными контактными измерительными системами (так называемыми измерительными головками). В более ранних версиях программы была реализована функция выявления в процессе компьютерной 3D-симуляции последовательности измерений непредвиденных столкновений контактного щупа с деталью или крепежным приспособлением. В случае выявления программой столкновений пользователь должен был вручную отредактировать траекторию щупа путем перемещения и/или добавления на ней новых точек. Если измеряемая деталь имеет сложную форму, то ручное редактирование траектории может потребовать от пользователя рутинной работы.

Реализованная в новой версии **PowerINSPECT** функция автоматического предотвращения столкновений самостоятельно добавляет (при необходимости) в прямолинейные участки траектории щупа маневры уклонения. В зависимости от конкретной ситуации, измерительный щуп может быть либо приподнят над деталью, либо он может обогнуть препятствие в горизонтальной плоскости. Данная функция автоматически задействуется как при генерации траектории для новой последовательности замеров, так и при изменении порядка выполнения измерений, а также в случае добавления или удаления контрольных точек в ранее заданной последовательности. Естественно, что пользователь **PowerINSPECT 2015** имеет возможность редактировать автоматически сгенерирован-



ные траектории по своему усмотрению. Это может потребоваться, например, в том случае, если применяется нестандартное крепежное приспособление, для которого отсутствует его точная 3D-модель, в результате чего пользователь вынужден “перестраховываться”. Функция автоматического предотвращения столкновений не только повышает производительность труда пользователя, но и исключает непредвиденные столкновения на реальной КИМ, приводящие к дорогостоящим поломкам.



Программный код **PowerINSPECT 2015** был значительно усовершенствован с целью повышения скорости импорта CAD-моделей и автоматической генерации отчетов. Увеличение скорости обработки 3D-данных и генерации отчетов со множеством иллюстраций было особенно востребовано при чтении больших сложных CAD-моделей, например, всего кузова автомобиля. В новой версии **PowerINSPECT** пользователь получил дополнительный контроль над содержанием автоматически генерируемых отчетов. Например, стало удобнее создавать общие сводки обо всех выполненных замерах для администрирования производства. Кроме того, если все результаты измерений находятся в допустимых пределах, то детальный отчет теперь может быть заменен более краткой сводкой.

Большое количество заказчиков ПО компании Delcam использует **PowerINSPECT** совместно с лазерными и оптическими 3D-сканерами для решений задач реверсивного инжиниринга. Для таких пользователей в 2015-й версии были усовершенствованы методы отображения облаков сканированных 3D-точек с использованием для визуализации отклонений цветowych схем закраски. Новый универсальный метод отображения облаков 3D-точек значительно упрощает пользователю анализ полученной информации и облегчает сравнение результатов, полученных при помощи КИМ разных типов.

На предприятиях, в которых измерения производятся непосредственно на станках с ЧПУ, часто имеются специализированные отделы программистов-технологов. Это может привести к тому, что последовательность замеров на станке с ЧПУ программирует в отделе технологов один человек, а в цехе использует совсем другой. Чтобы между ними не возникло недопонимания, в **PowerINSPECT 2015** был добавлен специальный модуль, хранящий в себе всю информацию о конкретном контактном щупе и характеристиках оборудования.

Еще одно интересное усовершенствование в **PowerINSPECT 2015** – поддержка измерения физических прототипов, выполненных в масштабе к оригиналу. При этом САI-система отображает результаты замеров таким образом, будто пользователь работает с объектом в натуральную величину. Это упрощает восприятие данных оператором КИМ, облегчает создание отчетов и дает возможность оперативнее обмениваться информацией с CAD-системой, так как при этом нет необходимости компенсировать масштаб модели.

Если форма изделия относительно сложная, то пользователь **PowerINSPECT 2015** может условно разбить целую CAD-модель на отдельные участки (уровни) и управлять их видимостью в менеджере проекта, поддерживающего древовидную структуру представления данных.

Для пользователей, работающих с трубопроводами и воздухопроводами в 2015-й версии были добавлены новые геометрические элементы, описывающие взаимное пересечение сфер, конусов и цилиндров. Отметим, что портативные КИМ-манипуляторы (так называемые измерительные “руки”), оснащенные вместо контактного измерительного щупа скрайбером, можно эффективно использовать для разметки.

