

# Путь Alias

## Продолжение темы



В прошлом номере мы познакомили вас с практическим применением программного комплекса Autodesk Design Suite Ultimate. При этом мы рассмотрели способы взаимодействия всех входящих в его состав пакетов и то, как была создана твердотельная модель скейтборда, система креплений и визуализация готового изделия для утверждения дизайна и презентации модели клиенту. В этой статье мы расскажем о применении Autodesk Alias Design для проектирования обуви. Ни для кого не секрет, что создание одежды перестало быть ручным трудом и уже не один десяток лет для создания новых моделей и фасонов используют средства промышленного проектирования, а для массового производства — станки и конвейерные линии. Обувь также не избежала этой участи, и ее массовое производство и проектирование стали частью машинного труда.

Для проектирования новых моделей обуви необходим редактор, способный не только формировать сложнопверхностные модели, готовые к экспорту в инженерные САПР, но и создавать визуальные образы изделий, представляя их в различных исполнениях по материалам, формам и ракурсам.

Именно поэтому одной крупной компании, обратившейся к нам за помощью, мы порекомендовали использовать Autodesk Alias Design.

Специалисты в области визуального моделирования, мастера 3ds Max, Maya и иных пакетов преимущественно полигонального построения, могут возразить: зачем визуальной модели обуви поверхностная

модель? Ведь можно обойтись и полигонами. Но для этого существует несколько причин.

Первый ботинок, созданный дизайнерами компании в среде 3ds Max + Mudbox, занимал 5 Гб на жестком диске и почти намертво подвешивал систему на максимальном уровне детализации, не говоря уже о том, что Max просто не мог принять обратно для визуализации столь "монструозную" модель после детализации в Mudbox. В свою очередь, модель Alias заняла 1 Мб и без труда вращалась в фотореалистичном исполнении в окне выюпорта ноутбука.

Изготовление ботинок — процесс высокотехнологичный, требующий точных данных для создания пресс-формы для подошвы, траекторий для движения манипуляторов, соединяющих между собой лоскутки материала, точных выкроек кожи для прессов. Только поверхностная модель может обеспечить всеми этими данными с достаточной точностью. Почему происходит именно так, мы разберем чуть ниже, в разделе об идеологии NURBS.

Поверхностная модель позволяет очень четко смоделировать переходы и контролировать плавность линий, избежать напряжений, улучшить качество сопряжений и, что важно, создать любую сеточную модель, с любым шагом сетки для проведения конечно-элементного анализа.

Autodesk Alias Design, пожалуй, самое совершенное ПО для проработки промышленного дизайна, создания сложнопверхностных NURBS-моделей и анализа формы.

Как и все программы, созданные еще в прошлом веке, AliasStudio, а тогда про-



Autodesk Alias Design

дукт назывался именно так, представляет собой единую среду, объединяющую несколько модулей, а именно:

- модуль концептуального растрового и векторного рисования (ныне его Autodesk выделил в отдельный замечательный продукт — Autodesk SketchBook Pro);
- модуль поверхностного моделирования — самый масштабный по количеству инструментов и настроек на рынке;
- модуль визуализации — невероятное качество визуализации в реальном времени с использованием преднастроенных материалов и готовых окружений.



Концептуальные эскизы обуви

Благодаря этому множество всемирно известных компаний выбрали Alias в качестве средства для разработки дизайна и конструкции своих изделий.

## Внедрение

В прошлом номере мы лишь вскользь затронули тему внедрения ПО. В этой статье попробуем разработать ее глубже. После приобретения программного продукта у стороннего реселлера специалисты компании прошли обучение по работе с ПО Alias, но при этом не были затронуты не только вопросы взаимодействия ПО внутри программного комплекса Autodesk Product Design Suite Ultimate, но также не было выполнено ни одного пилотного проекта.

Как мы знаем, внедрение новых технологий — сложный процесс, встречающий сильное сопротивление. Перемены, какими бы они ни были, всегда таят в себе риски, пойти на которые могут далеко не все руководители.

Отрыв ключевых специалистов от производства, увеличение времени проектирования, отсутствие внятных стандартов на новые форматы — вот далеко не полный список проблем, с которыми сталкивается руководство компании, решившей провести модернизацию.

В результате успешной модернизации и внедрения новых технологий время проектирования уменьшится, а изделия станут более современными, конкурентоспособными и совершенными.

Однако достижения таких впечатляющих результатов возможно лишь при комплексной работе по всем направлениям

внутри предприятия. Давайте разберемся, как должна проводиться эта работа. Описанием внедрения новых технологий и решений в устоявшийся рабочий процесс занимается отдельная наука, которая называется "управление изменениями". Наиболее полно весь процесс изменений и сопротивления, встречающихся на их пути, описывает модель ADKAR:

- Awareness — осведомленность и понимание;
- Desire — желание и готовность;
- Knowledge — знание;
- Ability — возможность;
- Reinforcement — подкрепление.

Как видно из модели, для успешного завершения процесса внедрения крайне необходимо, чтобы все специалисты были осведомлены и понимали необходимость перемен, свою роль в модернизации и свои задачи. Работники и руководство должны иметь желание и быть готовы участвовать в процессе изменений, учиться и учить других. Также сотрудники должны обладать знаниями, необходимыми для столь значительных перемен. Ключевые сотрудники должны иметь все возможности для обучения, внедрения и принятия изменений. Завершающим же этапом внедрения является подкрепление — поддержка и решение задач совместно с клиентом.

В данном случае все члены коллектива были осведомлены о необходимости модернизации процесса, поиска новых решений и усовершенствования существующих методик. Дизайнеры изъявляли готовность осваивать любые новые продукты и применять их в своей работе. В свободное от работы время они за-

нимались освоением продуктов, изучением базового функционала. Необходимые знания они получили от преподавателя, прочитавшего им базовый курс по Alias. Безусловно, часть знаний, необходимых для специфических задач формирования изделий легкой промышленности, не вошла в курс, так как этими знаниями пользуются нечасто, что создало определенные барьеры в использовании программных продуктов в повседневной работе. Возможности для применения нового ПО были созданы удовлетворительные — программы корректно работали на ПК пользователей, однако не во всех случаях сами "машины" соответствовали необходимым техническим требованиям. Это, в свою очередь, вызывало сбои и "зависания" ПО, не дававшие возможности нормально работать во всех пакетах. Также сотрудникам были выделены свободные часы в рабочее время для освоения новых программных продуктов. Подкрепление, а если быть точнее, техническая поддержка и выполнение пилотных проектов, не было реализовано. Это вызвало значительные задержки при внедрении ПО в рабочий процесс.

Только вся цепочка ADKAR позволяет полностью встроить новое ПО в процесс проектирования и производства. Отсутствие любого из компонентов повышает риск отсутствия выгоды от перехода на новый, более совершенный, рабочий процесс.

Только в группе компаний CSofT существует подразделение, специализирующееся на анализе бизнес-технологических процессов, проведении комплексного внедрения и управления сопротивлением изменениям. Этот опыт позволил мне, специалисту из другой отрасли, провести внедрение в кратчайшие сроки, практически не встретив никакого сопротивления со стороны клиентов.

Осознав необходимость пилотного проектирования, руководство компании выбрало ГК CSofT в качестве "проводника" в мир промышленного дизайна и поверхностного моделирования. Основными критериями здесь стали: практическое использование Autodesk Alias в работе, наличие законченных проектов и сотрудников, способных не только обучать, но и помогать в ходе процесса освоения, сотрудничать в рамках дизайнерской группы и создавать модели вместе с работниками компании.

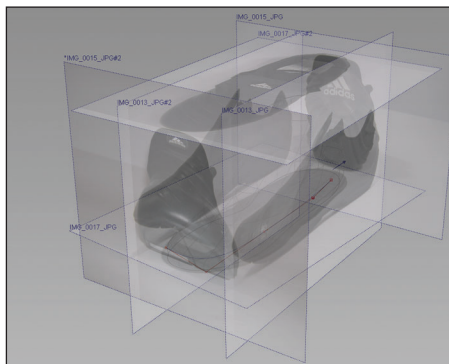
## Проектирование

Специфика проектирования обуви такова, что при всем многообразии внешних обликов, ее внутренняя часть, а именно та, которая облегает ногу человека, в целом остается неизменной. Поэтому для

успешного моделирования обуви нужно научиться строить внутренне однообразные формы и разнообразные внешние абрисы.

При этом в реальном дизайне существует набор приемов, освоив которые и применяя к различным "болванкам", можно получить почти весь ассортимент современной обуви.

Следовательно, можно сказать, что обу-



Фотопроекции

чившись приемам построения "болванок" и внешних декоративных элементов, специалисты получают в свое распоряжение мощный базис для создания совершенно любой обуви.

Известно, что лучше всего осваивать новое в реальном рабочем процессе. Поэтому мы выбрали самую сложную кроссовку, которая только нашлась в ассортименте обувного магазина, и приступили к ее пошаговому моделированию. Именно на примере этого сложного экземпляра сотрудникам компании предстояло освоить большую часть базовых шагов в моделировании обуви.

Почему мы выбрали именно эти кроссовки?

Выбор был обусловлен сложностью конструкции самого ботинка. Давайте рассмотрим особенности его конструкции:

- крупный шов по обеим сторонам ботинка;
- сложные сочленения между различными материалами, непостоянная строчка;
- фигурные вставки на носке кроссовки;
- цельная литая подошва, переходящая в задник;
- сложная система шнуровки, уходящая в материал.

Любое моделирование реального объекта начинается с переноса его базовых линий в цифровое пространство. Будь у нас в распоряжении 3D-сканер, мы могли бы воспользоваться им, однако за неимением оного мы сделали проекционные фотографии ботинка и разместили их во всех плоскостях проекции в 3D-сцене. При этом стоит сказать, что Alias обладает встроенным мини-Photoshop,



Выбранная дизайнерами модель кроссовок Adidas

позволяющим отражать изображения в проекциях, переворачивать их и даже накладывать друг на друга разными способами.

Alias обладает множеством функций для создания "скопок" фотографий, однако мы пошли несколько иным путем. Мы решили построить базовую "болванку" по сечениям.

## NURBS

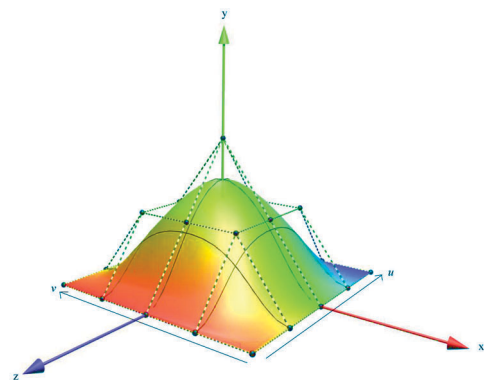
Давайте немного отвлечемся и рассмотрим вкратце принципы поверхностного моделирования.

В отличие от полигонального проектирования, где модель описывается как набор полигонов или облако точек, модель NURBS (non-uniform rational B-spline) описывает форму не через перечисление ее координат, а через уравнение трехмерных поверхностей, составляющих объем. Этот способ моделирования позволяет создавать твердотельные модели, пригодные для промышленного проектирования: точность, бесконечная масштабируемость, управление кривизной любого порядка — все это делает NURBS-моделирование идеальным для проектирования промышленных изделий.

Безусловно, идеальная NURBS-модель — это единая поверхность, построенная по всем правилам соответствия с базовой геометрией, но, к сожалению, математический аппарат пока не позволяет создавать столь сложные поверхности. Однако дает нам возможность построить модель, объединяя базовые поверхности, но не упрощает нашей задачи — необходимости минимизировать количество поверхностей в модели.

Любая математическая поверхность представляет собой геометрическое место точек, заданное каким-либо уравнением или формулой. При этом стоит сказать, что поверхности обладают свойством связности — это проще всего объяснить на примере. Скажем, лист, обычный лист — односвязный, цилиндр — уже двусвязный, а тор — трехсвязный объект. Если дать ей эмпирическое определение, то величина связности — это P-1 разрез, который необходимо провести над поверхностью, чтобы получить лист. Цилиндр режем вдоль один раз, разворачиваем — получаем плоскость, режем тор поперек — получаем цилиндр, затем вдоль — лист, связность — два. В NURBS-геометрии все поверхности односвязные, все иные поверхности лишь симулируются с помощью совмещений, например, цилиндр создается сгибом плоскости и совмещением кромок, тор — сгибом цилиндра и совмещением его кромок.

Но каким образом тогда можно отобразить отверстия? Для этого существует



NURBS

Формула Эйлера для трехмерных фигур:

$\Gamma + B - P = 3 - h$ , где  
B – число вершин,  
P – число ребер,

$\Gamma$  – число граней,  
 $h$  – связность.

Фигура	связность $h$ число сторон $s$ хроматическое число $x$ число краев $k$	Рисунок
Тор – лист с циклами	$h = 3$ $s = 2$ $x = 7$ $k = 0$	
Плоский лист	$h = 1$ $s = 2$ $x = 4$ $k = 1$	
Лента Мебиуса	$h = 2$ $s = 1$ $x = 6$ $k = 1$	
Бутылка Клейна (существует только в 4D)	$h = 3$ $s = 1$ $k = 0$	
Сфера	$h = 1$ $s = 2$ $x = 4$ $k = 0$	

Топологическая таблица

инструмент Trim, позволяющий скрывать области поверхности, ограниченные различными кривыми, при этом сама поверхность математически никуда не исчезает, из нее лишь исключается некоторое ограниченное множество, описанное уравнением COS – Curv-on-Surface.

Посмотрим на ботинок. Какая это поверхность? Перечислим ее характеристики: один край – горловина, есть внутренняя сторона, есть внешняя, нет отверстий: если описывать ее с точки зрения топологии, то это лист. Причудливо изогнутый лист. Но так строить поверхность будет слишком сложно, поэтому взглянем на сам башмак без подошвы. Два края, внешняя, внутренняя стороны, связность второго порядка – это цилиндр. Его мы и будем строить в качестве основной "болванки" для ботинка. Подошву мы построим позднее, как результат пересечения и переменного скругления цилиндра и изогнутой изоповерхности.

Следуя нашим рассуждениям, можно построить следующую диаграмму работы над объектом:

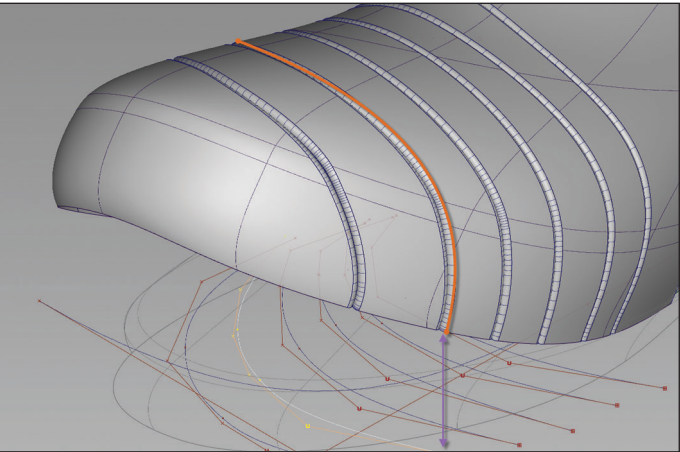
- создание базовой болванки;
- создание передней части кроссовки;
- создание внутренней части кроссовки;
- создание язычка;
- декоративные элементы;
- шнуровка;
- подошва;
- рисунок протектора.

Таким образом, постепенно усложняя модель, мы приведем в соответствие цифровой и реальный объекты. Сама идеология построения поверхностей в Alias заключается в построении опорных поверхностей и поверхностей перехода между ними.

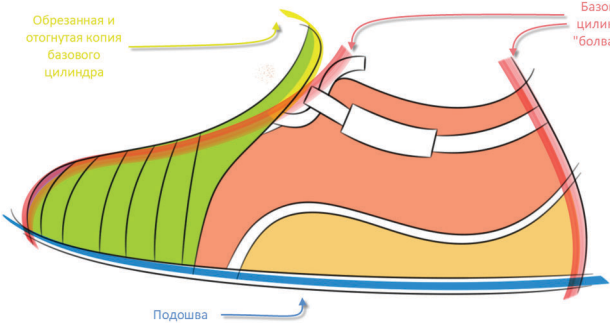
Приступим к проектированию.

Построения

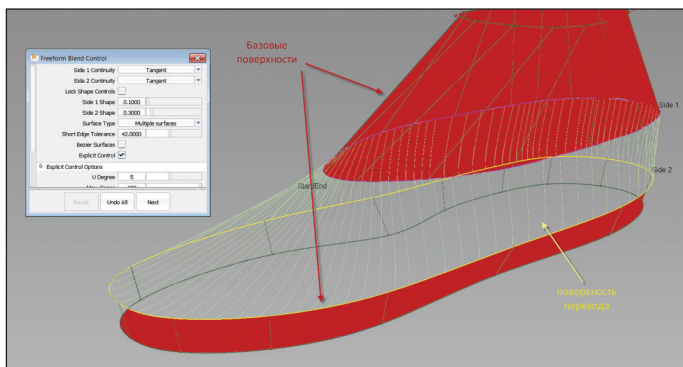
Логичнее всего было бы построить цилиндр по сечениям, так называемую LOFT-поверхность, но в Alias не существует



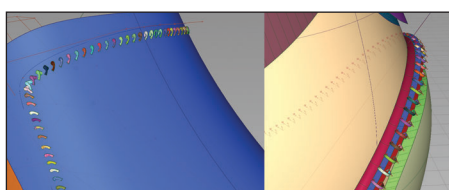
COS



Топологическая схема поверхностей ботинка



Переходы и опорные поверхности



Строчка

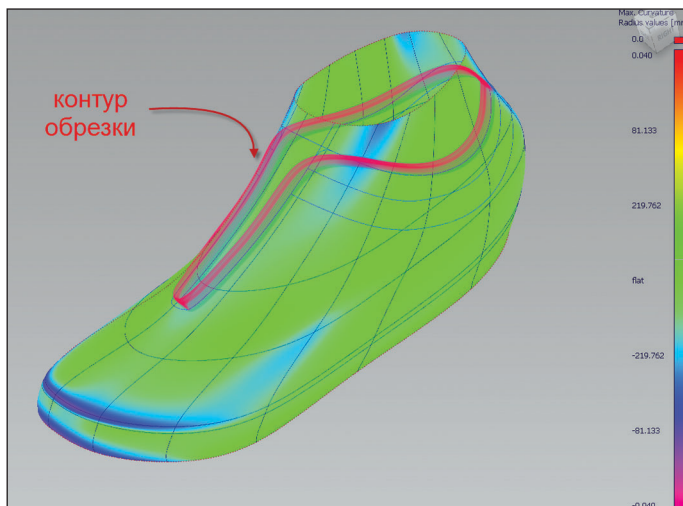
вует прямого метода LOFT-построения, так как этот метод дает не самые точные результаты. Однако существует способ, который позволяет при контроле углов входа и выхода нормалей при касании к кривой сечения построить необходимую поверхность. Что мы и сделали. Стоит сказать, что полученный результат сильно отличался от фотографии на фоне, но гибкая среда Alias позволила нам изогнуть подошву и исправить недочеты в полноте боков самого ботинка.

Стоит отметить, что Alias, помимо точных методов построения и редактирования, позволяет использовать и приближительные дизайнерские инструменты, свободно манипулирующие формой, меняющие ее конфигурацию по желанию проектировщика или художника.

Таким образом, после некоторой доработки мы получили базовую "болванку" ботинка, при этом выравнивая контрольные точки, мы достигли практически идеального соответствия оригиналу.

Дальнейшая работа состояла в создании поверхностей смещений, обрезке их по проецированным кривым и выдавливании внутренних сочленений, ну, и конечно, скруглений, для придания кроссовке необходимой формы.

Стоит упомянуть весьма непростой момент создания строчки, идущей по краю ботинка: сложные линии пересечений, множество элементов — все это делает данную задачу далеко не тривиальной. Создание такой строчки в пакетах полигонального моделирования отняло немало времени и "утяжелило" модель на несколько десятков тысяч полигонов. В свою очередь, модель Alias без труда вращается в окне вьюпорта.



Первичная болванка



Визуализация в Autodesk Alias

По окончании всех операций мы получили точную поверхностную модель, готовую к твердотельному экспорту. Следующим этапом работы над ботинком стала визуализация изделия. В этой статье я специально не стану рассказывать об экспорте модели в среду Autodesk Showcase, а оставлю ее в Alias и проведу визуализацию на базе самого продукта.

В Autodesk Alias встроен движок визуализации реального времени, работа которого основана как на CPU, так и на GPU. В качестве материалов используются шейдеры на языке MetaSL, также используемом в рендере mental ray.

Особенно приятно в работе с этим движком — большое количество предустановленных материалов, таких, как кожа, дерево, стекло, металл, пластик, автомобильная краска и многие другие. В таком же разнообразии присутствуют готовые окружения, позволяющие поместить визуализированную модель в реальное окружение площади, завода, стола демонстрации и многих других.

Давайте посмотрим на результат визуализации — яркая, точная, фотореалистичная модель в реальном времени вра-

щается в окне вьюпорта, позволяя получить точное и исчерпывающее представление о форме, фактуре и текстуре изделия, взвешенно оценить все ее достоинства и недостатки.

Вот и весь процесс — от построения до готовой визуализации — Autodesk Alias предоставляет полный цикл разработки промышленного дизайна изделия любой сложности. К сожалению, специфика задачи не позволила мне раскрыть специфику работы еще одного важного модуля Alias — среды для векторного и растрового рисования. Чтобы исправить это, в следующей статье я расскажу об этом модуле, а также о его продолжении и преемнике — Autodesk SketchBook Pro — феноменально удобном средстве для концептуального 2D-эскизирования.

Роман Хазеев

CSoft

Тел.: (495) 913-2222

E-mail: hazeev@csoft.ru