

Возможности технологии виртуального прототипирования на всех этапах жизненного цикла продукта

Илья Вигер, генеральный директор и сооснователь VR Concept



Современное проектирование в промышленности и строительстве использует различные инструменты автоматизации: САПР, системы управления ресурсами (ERP), всевозможные системы учета и пр. Все данные, с которыми работают эти системы, взаимосвязаны, отражают прогресс на

протяжении всего жизненного цикла продукта и должны применяться для управления и принятия решений. Однако масштабные проекты включают в себя очень большие объемы информации, работать с которыми чрезвычайно трудно. Эту проблему можно решить, используя инструменты для визуального анализа и интерпретации, которые представляют информацию в интуитивно понятном **команде проекта** виде. Наиболее эффективный способ такого представления обеспечивают системы виртуальной реальности.

В состав системы виртуальной реальности входят один или несколько экранов для отображения виртуальных моделей в натуральную величину, либо шлемы виртуальной реальности (*Head Mounted Display, HMD*). Для усиления реалистичности и интуитивности восприятия сложных данных используется стереоскопическая визуализация. Подобные решения позволяют снизить потребность в построении дорогостоящих физических прототипов, сократить сроки создания объекта, исключить крупные ошибки, уменьшить стоимость изделия и быстро вывести его на рынок. Фактически,

системы виртуальной реальности позволяют в большей степени использовать подход гибкого проектирования в **PLM**.

Что такое виртуальное прототипирование?

Классический подход к разработке продукта основывается на многочисленных итерациях процессов проектирования и последующего построения дорогостоящих и трудоемких физических прототипов. Однако в последнее время применяется гибкий (*agile*) подход, позволяющий сократить этот процесс; одной из составляющих гибкого подхода является компьютерное моделирование и визуализация. В отличие от классического проектирования, при котором сначала разрабатываются все компоненты по отдельности, а затем они, за несколько итераций, соединяются вместе, «гибкое проектирование» сразу предполагает работу с прототипом всего изделия, начиная с ранних этапов разработки и до её окончания. Это позволяет при изменении какой-то части проекта более четко понимать, как изменится весь проект в целом. Такой подход обеспечивает существенные преимущества при проектировании сложных систем, в котором задействовано большое количество смежников.

Поскольку, по разным данным, от 70% до 90% информации человек получает с помощью зрения, визуализация в процессе гибкой разработки играет важную роль. Наиболее эффективно эту задачу решают системы виртуальной реальности, позволяющие максимально реалистично увидеть то, чего еще нет. Кроме того, виртуальная реальность дает человеку возможность быть непосредственным участником событий, происходящих в виртуальном мире, но протекающих в реальном времени. Существует более-менее устоявшийся термин, определяющий технологию визуализации виртуального прототипа и работы с ним – **виртуальное прототипирование**. Наиболее востребованным оно является в высокотехнологичных отраслях: авиастроительной и аэрокосмической, в автомобилестроении, судостроении, промышленном строительстве.

При этом виртуальное прототипирование – достаточно молодая технология для России, в отличие от цифрового моделирования, которое уже более 30-ти лет используется при производстве и изучается в вузах. В основе цифрового моделирования, как мы знаем, лежит создание CAD-модели, на которую накладываются различные расчеты (на прочность, аэродинамические и т.п.), с последующим анализом проделанной работы и полученных результатов. После чего изготавливается натуральный



Система виртуальной реальности типа CAVE компании VE Group

прототип и запускается производство. Нередко на данном этапе обнаруживается много ошибок проектирования: либо что-то неправильно рассчитано, либо не учтены какие-то технологии. Виртуальное прототипирование, расширяя возможности цифрового моделирования (макетирования) в сторону систем виртуальной реальности, позволяет группе специалистов – и, главное, лицам, принимающим решения – увидеть виртуальный образ проектируемого изделия в реальном масштабе, всесторонне оценить его и принять правильное решение. Таким образом, ошибки обнаруживаются на этапе проектирования, а не на этапе создания пробного изделия.

Главным отличием виртуального прототипирования от цифрового моделирования является вовлечение, полное погружение специалиста в виртуальную среду, причем с возможностью интерактивного взаимодействия с виртуальным объектом – как если бы он был реальным. Технологии виртуального прототипирования в настоящее время являются ключевыми при создании конкурентоспособной продукции во многих сложных отраслях.



При наличии системы виртуальной реальности, макетные комиссии можно проводить каждую неделю или даже каждый день



В качестве объекта для технологий виртуального прототипирования может выступать любая цифровая модель

В качестве объекта для применения технологий виртуального прототипирования может выступать любая цифровая геометрическая модель, в том числе, и 3D-модели архитектурных объектов. Так, на основе технологий виртуального прототипирования была создана трехмерная интерактивная модель для реконструкции утраченного объекта культурного наследия РФ – Павловского музыкального вокзала.

Если посмотреть на современные команды разработки, можно заметить, что постоянно увеличивается количество программистов и специалистов, отвечающих за управляющий программный код изделия. Соответственно, специалистам по аппаратной части и программистам нужно место, где они будут “сводить” проект в единое целое. Отчасти, таким местом как раз и выступает виртуальный прототип изделия.

Основная цель виртуального прототипирования – позволить группе специалистов более интуитивным образом воспринимать будущее изделие и более естественно с ним взаимодействовать. Несмотря на то, что современные CAD-системы предоставляют совершенные средства моделирования, взаимодействие конструктора, технолога и лиц, принимающих решение, с 3D-моделью ограничено возможностями монитора и клавиатуры с мышью. Технологии виртуального прототипирования дают группе экспертов большую свободу взаимодействия и, к тому же, решают проблему организации деятельности распределенных команд, обеспечивая одновременную работу с виртуальным прототипом всех специалистов, независимо от их местонахождения.

Вторая цель виртуального прототипирования – возможность учесть точку зрения потенциального заказчика/пользователя уже на ранних этапах проектирования.

Третья цель – дать виртуальный опыт эксплуатации, когда можно протестировать положение пользователя, его взаимодействие с объектами и последовательность операций сборки. Проверка процесса (верификация) – одна из наиболее важных целей виртуального прототипирования. Операции по сборке/разборке, ремонтпригодность, эргономичность и т.д. – всё это необходимо тщательно проверить, прежде чем начинать реальную работу. Визуализация помогает инженерам лучше понять проектируемое изделие, уяснить идею конструкции и заранее проверить её эксплуатационные узкие места. В настоящее время для этой цели применяется, главным образом, кинематическая имитация твердых тел.

Виртуальное прототипирование как дополнение возможностей 3D-печати

По данным компании *Context*, объем мирового рынка 3D-печати к 2020 году достигнет 17,8 млрд. долларов, а рынок 3D-принтеров в период 2016–2020 гг. увеличится с 1,8 млрд. до 6,4 млрд. долларов, то есть прогнозируется рост на 30–40%



Кривая развития технологий согласно отчету Gartner за 2016 год

✓ Концептуальное проектирование и выпуск проектной документации

На этапе концептуального проектирования происходит обсуждение идеи будущего продукта и формируется его технический облик. Для обсуждения создаются грубые укрупненные 3D-модели (без привязки к реальным техническим характеристикам), которые в виртуальной среде намного удобнее обсуждать, сопоставлять и модифицировать. Виртуальное прототипирование является здесь инструментом, обеспечивающим коллективное обсуждение и верификацию технических параметров будущего изделия. Результат такого обсуждения – техническая документация, на основе которой разрабатывается полноценный цифровой прототип будущего изделия.

Кроме того, виртуальный прототип или макет может послужить для задач промышленного дизайна, что очень важно при создании продукции, ориентированной на потребительский рынок. В частности, центры виртуального прототипирования активно используются абсолютно всеми автопроизводителями мира. Одним из ярких российских примеров является интерьер салона самолета *Superjet 100*, разработанный Центральным научно-исследовательским автомобильным и автомоторным институтом «НАМИ» с помощью средств виртуальной реальности.

✓ Изготовление и тестирование натуральных прототипов

После создания и утверждения цифрового прототипа изделия начинается производство натуральных прототипов и их тестирование. Это трудоемкий и затратный процесс, который тоже можно оптимизировать с помощью виртуального прототипирования.

Виртуальное прототипирование позволяет если и не отказать полностью от натуральных моделей, то сократить расходы на их изготовление и модификацию. Можно создать виртуальный макет будущего изделия в масштабе 1:1 в виртуальной среде и затем проводить с ним различные операции как с реальным объектом. Работая с виртуальным прототипом, группа проектировщиков, технологов и лиц, принимающих решения, может в полной мере оценить такие качества изделия/объекта, как доступность и управляемость, может воочию увидеть процесс сборки и проверить осуществимость предлагаемых манипуляций в рамках имеющихся производственных ограничений, выявить конструктивные просчеты и внести изменения в проект, чтобы реальную сборку можно было выполнить с первой попытки.

ежегодно. При этом 95% рынка (в штуках) – это небольшие устройства ценой до 5000 USD, а остальные 5% – полупрофессиональные и профессиональные устройства, стоимостью в сотни тысяч и даже миллионы долларов.

Результатом появления 3D-печати стало аддитивное производство – фактически мелкосерийное производство изделий, в том числе и для задач проектирования и прототипирования будущих серийных изделий. Можно сказать, что виртуальное прототипирование в чём-то дополняет и даже заменяет 3D-печать на этапе проектирования.

Различные организации дают свои прогнозы по активному использованию технологий виртуальной реальности для инженерных задач. В частности, банк *Goldman Sachs* прогнозирует, что к 2020 году объем рынка программного обеспечения с использованием технологий виртуальной реальности для инженерных задач достигнет 1 млрд. долларов; сюда входит и ПО для виртуального прототипирования. Прогноз достаточно оптимистичный, но уже сейчас можно сказать, что технологии виртуальной реальности переходят из разряда чего-то сверхъестественного и экспериментального в разряд технологий с понятными ожиданиями, результатами и отдачей. Это справедливо, в том числе, и в применении к инженерным задачам. Так, согласно обзору *Gartner* за 2016 год, по циклу зрелости технологий виртуальная реальность уже приближается к «продуктивному плато», на которое уже вышла 3D-печать.

Виртуальное прототипирование на всех этапах жизненного цикла продукта

Виртуальное прототипирование может использоваться на протяжении всего жизненного цикла продукта – от проработки идеи до утилизации.



Использование виртуальных прототипов сокращает затраты на изготовление натуральных образцов, сводя этот процесс к минимуму

В качестве примера эффективности виртуального прототипирования можно привести лабораторию по имитации полетов компании *Lockheed Fort Worth*, где на базе тренажера производится отработка виртуальных полетов с целью изучения удобства взаимодействия пилота с тем или иным оборудованием кабины еще на этапе проектирования истребителя. А по оценкам компании *Ford*, одна только замена реальных испытаний автомобилей виртуальными экспериментами позволяет сэкономить миллионы долларов. Аналогичным образом компания *BMW* экономит один миллион долларов всякий раз, когда удается отказаться от натуральных испытаний на разрушение, используя вместо них численные эксперименты на суперкомпьютерах и виртуальные краш-тесты.

Кроме того, виртуальное прототипирование позволяет географически распределенным командам вести совместную работу по визуализации и обсуждению прототипа будущего изделия в системах виртуальной реальности.

✓ Производство

Немаловажную роль виртуальное прототипирование играет в организации производства. Это касается, прежде всего, производства сложных технических изделий, где важна четкость и точность, а цена ошибки высока. Виртуальное прототипирование позволяет команде проекта совместно увидеть, причем достаточно реалистично, процесс производства сложного изделия, обсудить его и понять, какие могут возникнуть проблемы (технические, эксплуатационные) – задолго до того, как всё это будет реализовано на практике.

Цифровое планирование и оптимизация производственных процессов в виртуальной среде снижает риск возникновения ошибок, повышает общую производительность операций и процедур

производства и технического обслуживания.

✓ Эксплуатация

Во время реальной эксплуатации объекта/изделия могут возникнуть различного рода предложения о его улучшении. Наличие виртуального прототипа дает возможность оперативно вносить изменения и сразу проверять их. Тем самым можно быстро обновлять объект/изделие, выпускать уже более совершенный образец, минуя при этом стадию создания натуральных макетов и их тестирования.

✓ Утилизация

Этот финальный этап жизненного цикла очень важен для сложных технических и промышленных объектов. Одним из таких объектов является атомная электростанция, вывод из эксплуатации которой не обходится без технической карты и четко прописанной процедуры действий. Сотрудники должны четко выполнять все требования, в том числе и по безопасности. При этом возможности заблаговременной отработки необходимых действий ограничены, тем более в полевых условиях. Решить эту проблему помогают технологии виртуального прототипирования и виртуальной реальности, позволяя воссоздать АЭС в виртуальной среде. На основе виртуального прототипа сотрудники могут проработать весь порядок действий, который им необходимо будет совершить в реальности. Тем самым снижается риск критической ошибки, из-за которой всё может «накрыться медным тазом».

Виртуальное прототипирование для решения промышленных задач

✓ Обработка рабочих процессов в виртуальной среде (инженерный тренажер)

В виртуальной среде эффективно проходит обучение сотрудников рабочим операциям в соответствии с требованиями по охране труда. Отрабатывая операции в виртуальном мире, проектировщики, технологи, специалисты по безопасности и работники производства могут выявить проблемы, изучить варианты их решения и определить лучшие из них, не нарушая при этом рабочих процессов предприятия. Таким образом, оптимальные процедуры и размещение оборудования могут быть разработаны до начала воплощения проектов на производстве.

Объекты цифровых моделей могут наделяться определенным поведением для отработки взаимодействия человека с ними. Кроме того, включение систем обратной тактильной связи может быть использовано для имитации реалистичного действия оборудования – например, дать ощущение сопротивления рабочего клапана при повороте.

✓ **Повышение производительности и снижение затрат за счет более эффективного планирования операций и процедур обслуживания**

Планирование операций и процедур технического обслуживания на промышленных объектах охватывают широкий спектр разнообразных задач. Крупное и тяжелое (весом в несколько тонн) оборудование (к примеру, генераторы, охладители, клапаны, трубопроводы) должно быть установлено, заменено, проверено и, в случае необходимости, отремонтировано. При этом, сложные последовательности действий должны быть завершены согласно плану проведения работ. Традиционные способы планирования опираются на опыт рабочих и субподрядчиков для выполнения необходимых задач по обслуживанию. Однако чертежи и “историческая” информация часто неточны и быстро устаревают, что приводит к недопониманию между различными проектными группами во время фактического исполнения. В результате всё сводится к дорогостоящим задержкам с проектом, небезопасным условиям труда и дорогостоящей переделке проекта.

Виртуальное прототипирование при планировании регулярного технического обслуживания или новых оперативных процедур обеспечивает возможность коллективного обсуждения подробных планов для выполнения работы “с первого раза”, позволяет выявить и проверить различные нестыковки задолго до того, как это всплывет на практике. Например, инженер может на собственном опыте определить оптимальные пути и способы для демонтажа или установки оборудования, сводя к минимуму помехи. Точно так же можно смоделировать кинематическое движение кранов, робототехники или другого оборудования,



Эффект погружения способствует эффективному обучению

чтобы удостовериться, что все устройства смогут выполнить необходимые операции.

✓ **Обучение в виртуальной реальности – обеспечение безопасности и снижение рисков**

Многие компании используют системы виртуальной реальности для обучения персонала. Погружение в виртуальную среду и взаимодействие с ней при помощи систем трекинга, обратной тактильной связи – всё это дает возможность смоделировать реальную ситуацию на производстве и отработать её с максимальной точностью. Кроме того, датчики движения головы и глаз позволяют системе распознавать, каким объектам на общей сцене обучаемые уделяют больше внимания. Таким образом, работники могут обучаться за пределами реальной рабочей площадки, что уменьшает опасность для их жизни и здоровья, а также риск порчи оборудования при выполнении незнакомой задачи в полевых условиях.

Техническое обслуживание и разные сценарии могут быть легко выполнены предварительно в виртуальной сцене. Рабочие заранее могут ознакомиться с заводом или макетом трубопровода, получить опыт эксплуатации оборудования, уяснить расположение органов управления и маршруты эвакуации и запоминать местоположение устройств безопасности. Также работники предприятия могут отработать конкретные операции по техническому обслуживанию – такие, как включение и выключение оборудования, его осмотр и замена – без ущерба продуктивности. Собранные статистика покажет, какие задачи были успешно выполнены и где были допущены ошибки. Это позволяет сотрудникам оттачивать навыки до совершенства, а компаниям – создавать качественную нормативную документацию.



Виртуальное прототипирование позволяет увидеть и оптимизировать процесс производства сложного изделия еще до его запуска

Вместо заключения

Виртуальное прототипирование обеспечивает совершенно новый подход к проектированию и решению инженерных задач. Многие ведущие компании мира применяют технологии виртуального прототипирования в своих конструкторских и дизайнерских центрах. Так, компания *Ford* утверждает, что внедрение подобных систем позволило сократить период проектирования модели легкового автомобиля с 42-х до 24-х недель. Широко известен пример проектирования самолетов *Boeing 747* и *Learjet 45*, когда проверка качества сборки всей системы осуществлялась в виртуальном пространстве.

Возможность полного погружения наблюдателя в киберпространство виртуального мира объекта или физического процесса оценили и российские компании, и организации: Лукойл, Росатом, РСК «МиГ», ОСК, ЦТСС, Министерство по чрезвычайным ситуациям и др. Активно начинает использоваться виртуальное прототипирование и в научно-образовательных учреждениях: МГУ, Санкт-Петербургский политехнический университет, УГАТУ, МАИ, МВТУ им. Баумана. Виртуальные макеты достаточно востребованы для задач обучения, поскольку далеко не всегда возможно



Использование виртуального прототипирования для нужд МЧС

проводить обучение с помощью реальных макетов.

Область применения виртуального прототипирования постоянно расширяется, и, достигнув зрелости, она станет неотъемлемой составляющей процесса разработки. 🗨

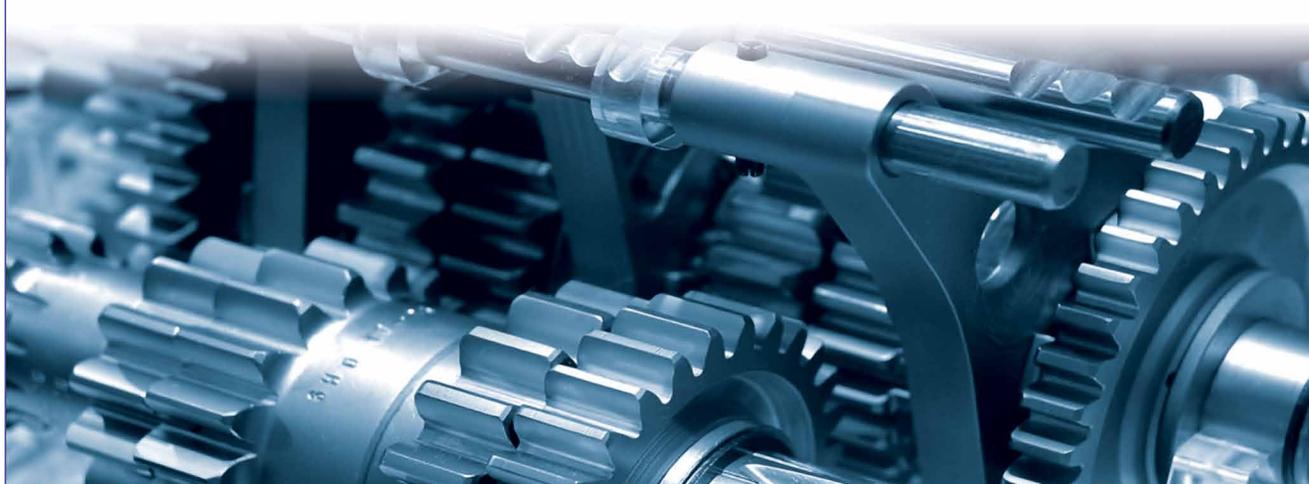
◆ Выставки ◆ Конференции ◆ Семинары ◆

mashEX
SIBERIA

Выставка оборудования
для металлообработки
и сварки

28–31
марта 2017

Место проведения:
МВК «Новосибирск Экспоцентр»



Организатор



ITE Сибирь
Россия, Новосибирск
ул. Станционная, 104
тел.: (383) 363-00-36

Забронируйте стенд
mashex-siberia.ru

Генеральный
информационный партнер

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ЖУРНАЛ
СТАНОЧНЫЙ
ПАРК