

T-FLEX VR – ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

П.К. Ксенофонов (Компания ТопСистемы)

Показано, что САПР является ключевым объектом для применения виртуальной реальности в промышленности. Приведены примеры использования технологии VR при проектировании промышленного оборудования. Рассмотрены функциональные возможности и особенности модуля виртуальной реальности T-FLEX VR из состава САПР T-FLEX CAD.

Ключевые слова: САПР, виртуальная реальность, цифровой макет, моделирование, навигация, телепортация, параметризация.

Введение

Виртуальная Реальность (VR)... Те, кто уже смог оценить эту замечательную технологию, скорее всего, с полным пониманием этих слов, скажут: "Виртуальная реальность — это будущее". Некоторое время назад технологии VR использовались в основном в индустрии развлечений. Но время не стоит на месте, и VR все чаще находит профессиональное применение для эффективного решения постоянно расширяющегося круга задач [1–3].

При этом нужно иметь в виду, что вычислительные мощности и элементная база современных информационных комплексов стремительно дешевеют. В связи с этим становятся доступнее и системы виртуальной реальности, которые сегодня можно реализовать на обыкновенных PC. Создаются все новые специфические устройства для систем виртуальной реальности: шлемы, кубические (трехмерные) мыши, перчатки, виброполы и т. д. При массовом производстве их стоимость невысока. И таким образом можно говорить о доступности систем VR для различных категорий пользователей.

САПР является ключевым объектом для применения виртуальной реальности в промышленности, так как позволяет создать цифровой макет изделия в VR задолго до создания первого прототипа. Проектировщик имеет возможность оценить макет и исправить все недочеты на стадии проектирования, что значительно экономит временные и финансовые затраты.

Примером применения VR в области проектирования является проект, реализованный в компании BluePrint Automation (BPA), которая специализируется на создании автоматизированных упаковочных машин и индивидуальных решений для пищевой промышленности. Разрабатываемое конструкторами BPA оборудование становится все более сложным. 3D-модели уже не позволяют достаточно наглядно оценить результат. Поэтому для создания углубленного представления о проектируемых машинах было принято решение перейти на технологию VR. Внедрение инновационного подхода повысило качество проектирования на начальных этапах и ускорило вывод готового продукта на рынок (<https://ko.com.ua>).

Другой пример. Распознавание возможных ошибок до того, как будет дан старт производству — с этой целью при разработке новых моделей грузовых автомобилей и автобусов в трехмерной лаборатории MAN Truck & Bus создается виртуальный прототип. Это становится возможным благодаря комнате

виртуальной реальности под названием CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) — высокотехнологичной «творческой пещере» площадью 46 м², расположенной на производственной площадке MAN в г. Мюнхене. Она оснащена пятью высокопроизводительными компьютерами с видеокартами класса high end, инфракрасными камерами, а также стереопроекторами, транслирующими изображение с разрешением 2 К на четыре огромных экрана. В российском автопроме технологию VR используют в НАМИ и АвтоВАЗе. (<http://ve-group.ru/tag/sapr/>).

Таким образом, производители оборудования и автомашин уже оценили преимущества использования инновационных технологий VR. Для реализации же этих технологий необходимы не только аппаратные средства, о которых речь шла выше, но в неменьшей степени и программное обеспечение [4, 5]. Для удовлетворения запросов пользователей и требований рынка разработчики известных САПР дополняют свои продукты новыми возможностями, реализующими технологию VR, например [6].

Модуль виртуальной реальности T-FLEX VR

Компания «Топ Системы» (Москва), являясь разработчиком САПР, в 2017 г. дополнила свои решения модулем виртуальной реальности T-FLEX VR, который взаимодействует с VR-устройствами через программный интерфейс OpenVR. Это позволяет модулю T-FLEX VR поддерживать работу с широким спектром VR-оборудования, представленного на рынке, в том числе с самыми распространенными из них — гарнитурами Oculus Rift, HTC Vive и HTC Vive Pro.

Модуль T-FLEX VR напрямую встраивается в систему проектирования T-FLEX CAD. Работа с модулем не требует какой-либо дополнительной подготовки. Пользователь видит в VR ту же самую сцену, что и в обычном 3D-окне T-FLEX CAD. Отметим, что системы семейства T-FLEX CAD способны напрямую читать форматы CAD систем различных производителей (Siemens NX, Solid Edge, CATIA, SolidWorks, Creo, Pro/ENGINEER, Autodesk Inventor, AutoCAD), соответственно пользователи T-FLEX VR получили возможность просматривать в VR модели, созданные в других системах.

Навигация внутри VR-пространства

Навигация внутри VR-пространства производится с помощью 3D-манипуляторов. Перемещение, вращение и масштабирование — это те навигационные команды, которые доступны пользователям в любой

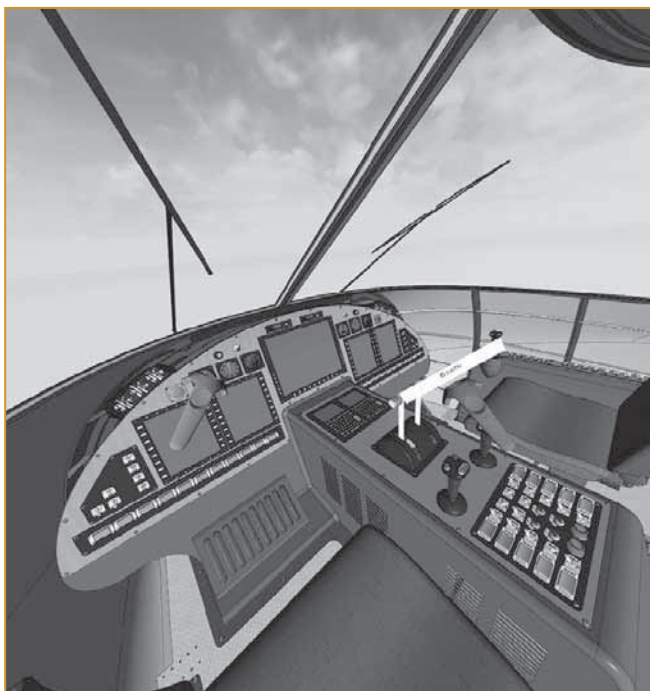


Рис. 1. В виртуальном кресле пилота

момент. Пользователи могут включать/выключать возможность использования данных команд из меню в VR. Например, можно зафиксировать масштаб сцены (когда есть необходимость работать в VR строго в масштабе 1:1) либо отключить фиксацию вертикали при вращении сцены.

Другие команды, доступные пользователям в VR, вызываются выбором соответствующего пункта из VR-меню. Прежде всего, рассмотрим возможности навигации в VR-пространстве.

— *Телепортация* — это «классический» режим, при котором пользователь указывает на определенную точку «пола» и «телепортируется» (то есть мгновенно переносится) в эту точку так, чтобы создалось впечатление того, что пользователь «стоит» именно в указанном месте. Этот режим навигации наиболее удобен при работе с архитектурными моделями, когда пользователь хочет «ходить» внутри виртуальных объектов.

— *Переместиться к объекту*. В этом режиме пользователь указывает на ту часть 3D-модели, которую он хочет увидеть ближе, и «телепортируется» так, чтобы максимально комфортно рассмотреть выбранный участок. Этот режим может быть полезен при необходимости визуальной оценки промышленных 3D-моделей с большим числом мелких деталей, находящихся на некотором удалении друг от друга.

— *Полет* — пользователь указывает точку на 3D-модели, а затем не «телепортируется», а движется с некоторой скоростью, приближаясь к этой точке. Данный режим может пригодиться как при работе с крупными архитектурными моделями, так и при проведении визуальной оценки промышленных 3D-моделей.

— *Установка масштаба изображения 1:1*. После выбора данной опции масштаб изображения в VR-

пространстве приближается к естественному. Эта опция очень полезна в случае, когда воспринимаемый в VR-пространстве масштаб 3D-модели должен соответствовать масштабу реального изделия.

— *Выбор камеры*. В 3D-сцене T-FLEX CAD может находиться сразу несколько камер. Опция «выбрать камеру» позволяет быстро переключаться между ними. Это бывает очень удобно в те моменты, когда необходимо быстро переключаться между заранее известными точками обзора в VR-пространстве. Например, при демонстрации 3D-модели вертолета возможность выбора камеры позволяет мгновенно оказаться вне вертолета и оценить его снаружи либо также мгновенно «сесть» в кресло пилота (рис. 1).

Визуальная оценка виртуального прототипа

Одно из явных преимуществ VR перед традиционными системами отображения информации — это, конечно же, возможность полностью погрузиться в VR-сцену и действительно «увидеть» виртуальный объект, словно он уже изготовлен. Соответственно один из простейших и естественных сценариев использования VR — это инженерная оценка виртуального прототипа изделия. Для этих целей T-FLEX VR, кроме описанных выше команд навигации, имеет специальные команды.

— *Взять*. В соответствии с названием команда позволяет выбрать объект (опционально — отдельное тело или подсборку), «взять» его в руку и визуально оценить. При выборе объекта он автоматически перемещается к VR-манипулятору. Пока объект находится в руке, его можно крутить и масштабировать вторым VR-контроллером. Одним из нововведений в последней версии T-FLEX VR стала возможность выбора действия по завершении команды: теперь объекты могут не только занимать начальное положение в сцене (именно этот вариант был реализован в более ранних версиях системы), но и оставаться в том месте пространства, куда пользователь их поместил.

— *Сечение*. При активации этой команды к VR-контроллеру прикрепляется секущая плоскость, которую можно как динамически двигать, так и устанавливать в какое-то выбранное положение в VR-пространстве. При этом у пользователя имеется возможность создавать одновременно несколько секущих плоскостей. Для удобства пользователей при использовании данной команды в VR-меню появляется опция для отключения примененных сечений.

Еще один важный сценарий использования VR сегодня — это обучение персонала и послепродажное обслуживание изделий. Для этих целей в T-FLEX VR предусмотрена специальная команда разборка, позволяющая запускать сценарии анимации (в том числе сценарии сборки-разборки), созданные в T-FLEX CAD. Пользователи T-FLEX VR могут активировать различные сценарии анимации в зависимости от выбираемых в VR-объектов. Так, например, крупная сборка может содержать отдельные сценарии для разборки разных узлов, входящих в сборку. Это позво-

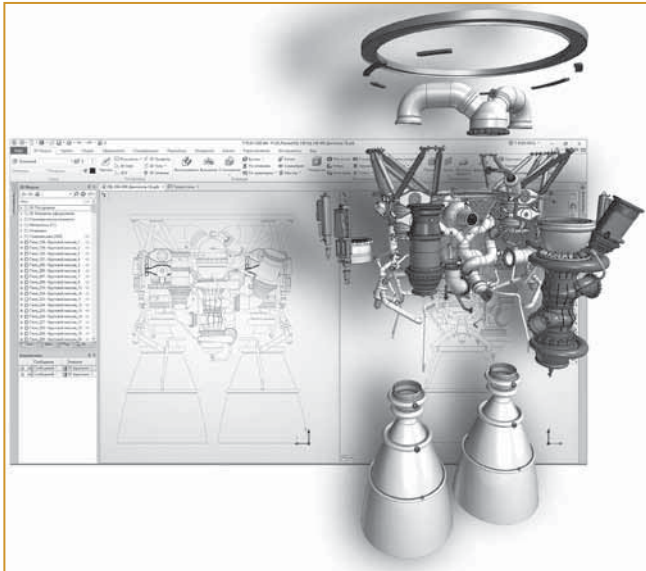


Рис. 2. Разборка изделия

ляет использовать ВР для обучения обслуживающего персонала, что особенно актуально для тех случаев, когда оборудование является дорогим, опасным либо все еще существует только в виде виртуального прототипа (рис. 2).

В результате система проектирования T-FLEX CAD может предложить пользователю, например, следующий сценарий: пользователь движется по коридорам и палубам проектируемого судна, заходит в один из отсеков, находит интересующий его агрегат, извлекает его и разбирает для последующего ремонта.

Дополнительные команды и опции, доступные в T-FLEX VR

— *Домой* — позволяет вернуть ВР-сцену в первоначальное состояние, когда пользователь еще не начал взаимодействовать с моделью. В этом режиме отключаются примененные пользователем сечения и сценарии сборки/разборки, скрытые объекты (смотрите описание команды «Скрыть/показать» далее) становятся вновь видимыми; детали, взятые ранее пользователем, устанавливаются в начальное положение.

— *Отображение плоскости пола* — позволяет переключаться между тремя режимами отображения пола (совмещенного с реальным полом под ногами пользователя): не показывать, показывать всегда, показывать при трансформациях сцены. Данная опция позволяет пользователям, особенно тем, кто только начал работать с ВР, чувствовать себя более комфортно и не терять чувство правильной ориентации в пространстве.

— *Текстура для ВР-окружения*. В ранних версиях T-FLEX VR окружение внутри виртуального пространства имело лишь один постоянный цвет. В новых версиях T-FLEX VR стало возможным использовать в качестве окружения сферическую текстуру из настроек окна T-FLEX CAD. Теперь не только изображение в ВР стало более презентабельным, но и, благодаря тому, что изображение на окружающей

текстуре имеет явно выраженную ориентацию в пространстве, стало намного комфортнее работать в виртуальном пространстве.

Проектирование в ВР уже сегодня

Отметим, что 3D-модель, просматриваемая пользователем в ВР-пространстве, не является копией 3D-модели из 3D-окна T-FLEX CAD. Это именно та же самая 3D-модель, находящаяся в процессе проектирования. Иными словами, даже находясь в ВР-сцене, пользователь продолжает все так же работать с параметрической моделью T-FLEX CAD. Это является важным отличием и ключевым преимуществом T-FLEX CAD и T-FLEX VR перед другими САПР с заявленной поддержкой VR: пользователь T-FLEX CAD может использовать ВР не только как инструмент для просмотра 3D-моделей, визуализации и виртуального обучения, но и как инструмент проектирования. Ведь любые манипуляции с моделью, которые пользователь делает в ВР, приводят к изменению этой 3D-модели (и наоборот). Именно благодаря этому факту, а также уникальным средствам параметризации T-FLEX CAD у пользователей T-FLEX VR есть уникальный набор команд, принципиально недоступных в других системах САПР.

— *Сопряжения*. Если 3D-сборка построена с помощью механизмасопряжений, пользователь T-FLEX VR может «хватать» и двигать выбранные элементы проектируемой конструкции в ВР-пространстве так, будто бы он двигает их руками в реальном мире. При этом имитируется воздействие на механизм, как если бы к выбранной точке детали была приложена соответствующая сила. Под воздействием этой силы деталь механизма начинает перемещаться. Движение ограничено заданными сопряжениями с другими деталями и внешним пространством, то есть выбранная деталь тянет за собой другую, вращает зубчатую передачу и т. д., пока в движение не будет вовлечен весь механизм. При этом во время движения учитывается масса и моменты инерции перемещаемых компонентов. Если включена соответствующая опция, компоненты также могут продолжать движение по инерции. Интересно, что команда может работать при одновременной активной плоскости сечения, то есть пользователь может видеть движение механизма в разрезе.

— *Манипуляторы*. Как известно, САПР T-FLEX CAD является средством параметрического проектирования. Чертеж, 3D-модель, редактор переменных, базы данных и даже, если это необходимо, программный код — все это может быть связано воедино в системе проектирования и функционировать в соответствии с заложенной в модель логикой. Манипуляторы — это специальные объекты 3D-модели, позволяющие изменять значение переменных T-FLEX CAD и посредством этого менять геометрию деталей и сборок. Этот уникальный механизм в полной мере доступен пользователям T-FLEX VR. Находясь в ВР-пространстве, можно использовать ВР-контроллеры для перемещения манипуляторов в новое положение. В соответствии

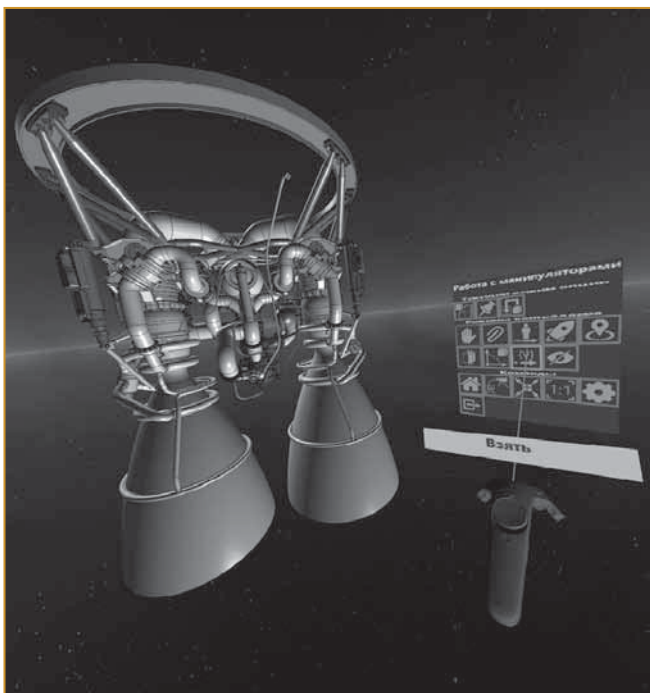


Рис.3. Управление виртуальным пространством

с новым положением манипуляторов и, соответственно, новым значением переменных, обновляется и параметрическая модель T-FLEX CAD, что может приводить к изменению 3D-геометрии деталей и сборок, автоматическому изменению чертежей и спецификаций (рис. 3). Таким образом, T-FLEX VR выступает совершенно реальным средством проектирования, выводя этот процесс на новый технологический уровень.

— *Скрыть/Показать* — новая очень полезная команда, при использовании которой пользователь может указывать на объекты и делать их частично прозрачными или невидимыми. Скрыв несколько тел, пользователь может использовать дополнительные опции в VR-меню, чтобы сделать тела снова видимыми.

Модуль T-FLEX VR, в соответствии с идеологией T-FLEX CAD, изначально разрабатывался максимально гибким, настраиваемым под самый широкий спектр задач. Поэтому для пользователей доступно множество параметров, позволяющих настроить то, как работает T-FLEX VR в целом, и его отдельные команды, в частности. Например, для команд навигации можно: включать/выключать масштабирование и вращение, фиксировать вертикальную ось, указывать скорость перемещения в режиме «Полет»; доступны также некоторые другие параметры. Еще один пример гибкости настроек модуля T-FLEX VR — это широкие возможности по настройке VR-контроллеров, используемых для навигации и работы с командами в VR-пространстве. Каждый из двух используемых контроллеров можно отдельно настроить, выбрав тот состав команд, который пользователь

предпочитает иметь в левой или правой руке. Более того, «продвинутые» пользователи могут с помощью специального файла в формате XML менять как состав команд, так и внешний вид VR-меню, в котором они появляются.

Заключение

Модуль T-FLEX VR может использоваться на всех этапах подготовки изделия: планирования, проектирования, согласования и приемки, послепродажного обслуживания и обучения. При этом T-FLEX VR дает пользователям возможность не только проводить визуальный анализ изделия, проверять его эргономичность, оценивать дизайн, но и вести реальное проектирование в виртуальном пространстве. Кроме того, у пользователей T-FLEX CAD появилась возможность использовать VR как среду для обучения обслуживающего персонала. Большое число различных опций и конфигурируемые VR-контроллеры позволят удобно настроить VR-среду под личные нужды и предпочтения конкретного пользователя. А прямая интеграция T-FLEX VR и T-FLEX CAD дает в руки проектировщиков инструменты решения самых разных задач на самом современном технологическом уровне.

В настоящее время границы применения технологий VR все больше расширяются вместе с непрерывным совершенствованием аппаратных и программных средств как для создания 3D-модели, так и для ее визуализации. Сочетание передовых САПР и инновационных технологий моделирования в виртуальной среде открывает перед промышленными предприятиями впечатляющие возможности для управления процессом создания высокотехнологичных изделий.

Список литературы

1. *Калитин Д.В.* Использование дополненной реальности в САПР // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. С.345-350.
2. *Кравцов А.А.* Исследование и разработка методик и алгоритмов интерактивной визуализации средствами дополненной реальности // Научный журнал КубГАУ, №113(09), 2015.
3. *Галкин Д.В., Сербин В.А.* Эволюция пользовательских интерфейсов: от терминала к дополненной реальности // Гуманитарная информатика. Вып. 7. 2013.
4. *Роганов В.Р., Четвергова М.В., Сёмочкин А.В.* Проектирование систем виртуальной реальности с позиции системного подхода // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6.
5. *Четвергова М.В., Финогеев А.Г.* Разработка и исследование методики распознавания изображений для систем расширенной реальности // Известия ВолгГТУ. 2012. № 15 (102). с. 130-136.
6. *Чистякова Т.Б., Фураев Д.Н., Защиринский С.В.* Программный комплекс для проектирования виртуальных моделей инновационных промышленных объектов // Автоматизация в промышленности. 2018. №10.

Ксенофонтов Павел Константинович — специалист компании ТонСистемы.

Контактные телефоны: (499) 978-95-57, 978-97-48.

Http://www.tflex.ru