

## T-FLEX VR – ВОЗМОЖНОСТИ, ПРИМЕНЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Компания “Топ Системы”, один из ведущих российских разработчиков САПР, впервые продемонстрировала свои разработки в области виртуальной реальности (VR) в мае 2017 года в рамках своего ежегодного IT-форума “T-FLEX PLM – комплексная автоматизация предприятий”. Именно тогда широкой общественности был показан T-FLEX VR – модуль, добавляющий поддержку VR в один из флагманских продуктов компании “Топ Системы” – САПР T-FLEX CAD. В мае 2017 года технология VR еще была достаточно нова, и для многих участников Форума знакомство с модулем T-FLEX VR стало первым знакомством с технологией VR вообще. Вполне естественно, что данная технология была воспринята некоторыми людьми как некий проходной тренд или “игрушка”, мало применимая в реальной работе.

Компания “Топ Системы” начиная с 2017 года непрерывно развивала продукт T-FLEX VR, и в конце 2018 года можно уже констатировать, что интерес к технологии непрерывно растет, а сама технология VR все чаще находит применение в решении широкого круга серьезных задач, стоящих перед профессионалами из самых разных областей. При этом большинство пользователей только еще начинают осознавать потенциал технологии VR.

Что сегодня может предложить T-FLEX VR и как его применяют клиенты компании? Каковы перспективы развития продукта T-FLEX VR в частности и всей области VR в целом? Об этом речь ниже.

Прежде всего следует сказать о том, что T-FLEX VR взаимодействует с VR-устройствами через программный интерфейс OpenVR. Это позволяет модулю поддерживать работу с широким спектром VR-оборудования, представленного на рынке, в том числе, конечно же, с са-

мыми распространенными из них – Oculus Rift, HTC Vive и HTC Vive Pro.

Модуль T-FLEX VR напрямую встраивается в систему проектирования T-FLEX CAD – при открытии пользователем ленты команд T-FLEX CAD появляется соответствующая дополнительная закладка. Клик по

даже при использовании непрофессиональных игровых видеокарт. Это гарантирует комфортную работу пользователей и отсутствие эффекта укачивания (motion sickness) вне зависимости от того, сколько длится сессия – несколько минут или несколько часов.

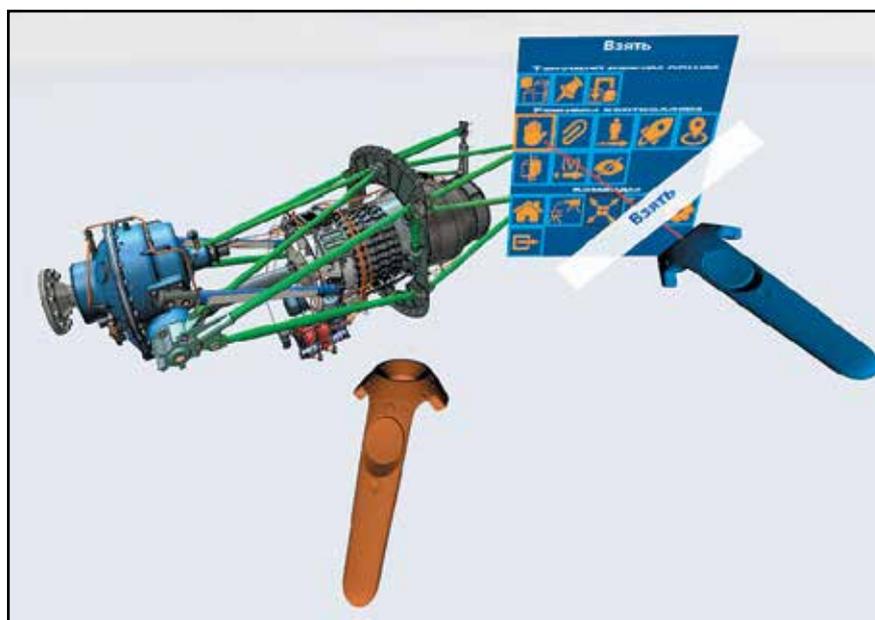


Рис. 1. Модель турбо-винтового двигателя в T-FLEX VR

кнопке включения режима VR позволяет сразу же отобразить открытую 3D-модель в VR (рис. 1). 3D-модель не требует какой-либо специальной подготовки – пользователь увидит в VR ту же самую сцену, что и в обычном 3D-окне T-FLEX CAD. Важно отметить возможность системы T-FLEX CAD напрямую читать форматы различных CAD-систем (Siemens NX, Solid Edge, CATIA, SolidWorks, Creo, Pro/ENGINEER, Autodesk Inventor, AutoCAD), соответственно, пользователи T-FLEX VR могут беспрепятственно работать в VR с моделями, созданными в других системах.

Графическая подсистема T-FLEX CAD была дополнительно оптимизирована для работы в VR: модели практически любой сложности отображаются со скоростью не меньшей, чем 45 кадров в секунду

Навигация внутри VR-пространства, что вполне логично, производится с помощью 3D-манипуляторов. Перемещение, вращение и масштабирование – это те навигационные команды, которые доступны пользователям в любой момент. При необходимости можно зафиксировать масштаб сцены (когда есть потребность работать в VR строго в масштабе 1:1) либо отключить фиксацию вертикали при вращении сцены. Другие команды, доступные пользователям в VR, также вызываются выбором соответствующего пункта из VR-меню.

### Преимущества T-FLEX VR

В рамках журнального материала нецелесообразно подробно останавливаться на описании всех

отдельных команд, доступных в T-FLEX VR. Хочется, однако, отметить, что прямая интеграция T-FLEX VR в T-FLEX CAD дает пользователям целый ряд преимуществ: 3D-модель, просматриваемая пользователем в VR-пространстве, – это не копия 3D-модели из 3D-окна T-FLEX CAD, а именно та же самая 3D-модель, которая находится в процессе проектирования. Иными словами, даже находясь в VR-сцене, пользователь продолжает все так же работать с параметрической моделью T-FLEX CAD. Это является важным отличием и преимуществом T-FLEX CAD и T-FLEX VR перед многими другими САПР с заявленной поддержкой VR – пользователь T-FLEX CAD может уже сейчас использовать VR как инструмент проектирования, поскольку любые манипуляции с моделью, которые пользователь производит в VR, 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 эксклюзивный набор команд, принципиально недоступных при использовании VR-расширений для других САПР:

► **Сопряжения.** Если 3D-сборка построена с помощью механизма сопряжений, пользователь T-FLEX VR может “хватать” и перемещать выбранные элементы проектируемой конструкции в VR-пространстве так, будто бы он передвигает 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

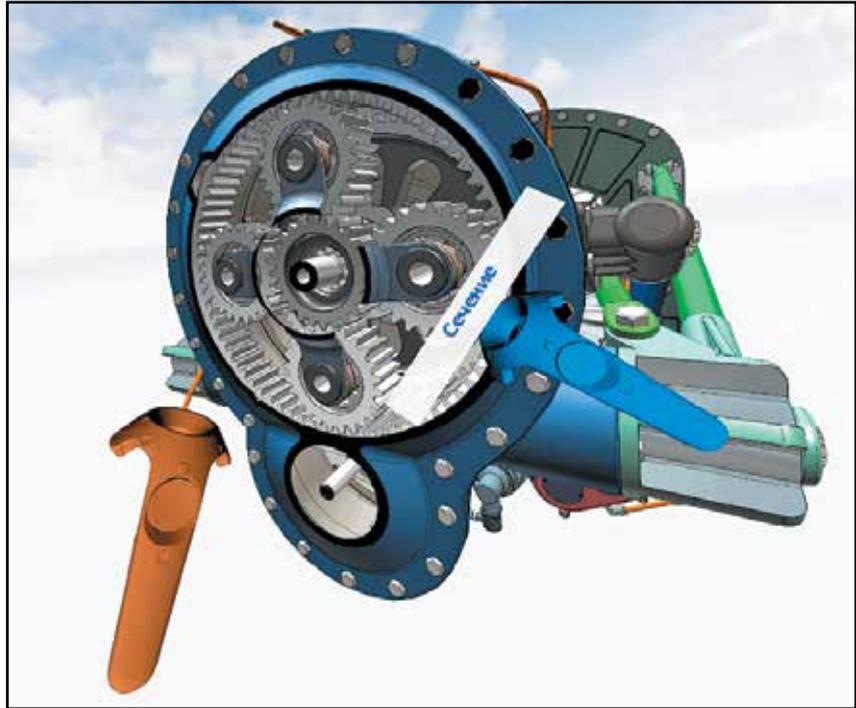


Рис. 2. Динамическое сечение модели турбо-винтового двигателя в T-FLEX VR

движение по инерции. Интересно, что команда может работать при одновременной активной плоскости сечения, то есть пользователь может видеть движение механизма в разрезе (рис. 2).

► **Манипуляторы.** Сегодня можно утверждать, что САПР T-FLEX CAD, изначально основанная на принципах параметризации, является одним из самых совершенных средств параметрического проектирования в мире. Чертеж, 3D-модель, редактор переменных, базы данных и даже, если это необходимо, программный код – все это уникальная функциональность T-FLEX CAD позволяет связать воедино и заставить 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 VR-пространстве, можно использовать VR-контроллеры для перемещения манипуляторов в новое положение. В соответствии 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. Таким образом, T-FLEX VR выступает совершенно реальным средством проектирования, выводя этот процесс на новый технологический уровень.

► **Отображение в VR результатов конечно-элементных или динамических расчетов.** Благодаря прямой интеграции T-FLEX VR и T-FLEX CAD пользователь может увидеть в VR все, что может быть отображено в 3D-окне. Это значит, что после проведения, например, прочностных расчетов методом конечных элементов результат этих расчетов (эпюры напряжений и т.д.) можно просматривать в VR. Если запустить анимацию, можно увидеть то, как происходит деформация конструкции под действием нагрузок. Более того, в VR можно применять динамические сечения, чтобы увидеть распределение напряжений внутри самой детали. То же самое относится и к результатам динамического расчета – когда расчет готов, можно “воочию” увидеть движение ме-

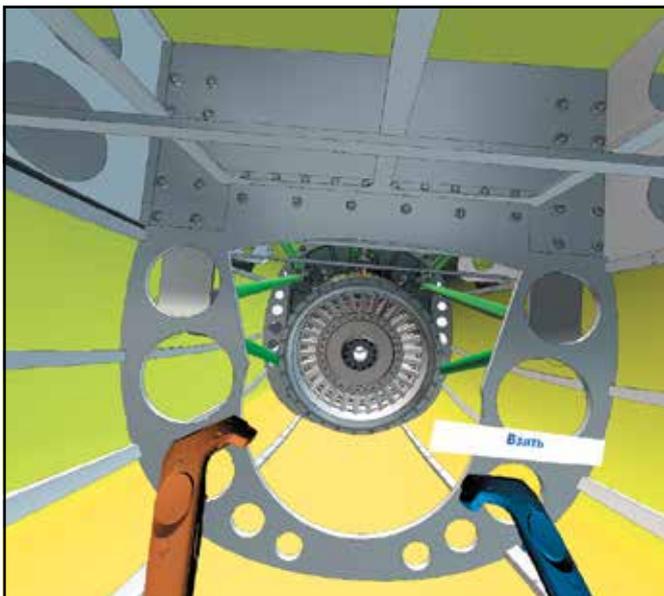


Рис. 3. Обзор в T-FLEX VR крепления турбо-винтового двигателя к gondole самолета

ханизма под действием внешних сил. Сегодня, пожалуй, это совершенно уникальный функционал.

## Практическое применение технологий T-FLEX VR

По сравнению с традиционными средствами вывода графической информации, будь то обычные “плоские” мониторы или устройства, отображающие стереоизображения, современные VR-технологии предлагают пользователям качественно новый уровень восприятия цифровых моделей. Никогда ранее человек не мог настолько полно воспринять то, что еще не воплощено в реальности и существует только “внутри” компьютера. Благодаря этому VR в общем и T-FLEX VR в частности могут использоваться буквально на всех этапах подготовки и эксплуатации изделия. Остановимся подробнее на отдельных этапах:

► **Планирование и проектирование.** Проектировщику и инженеру критически важно иметь как можно более ясное представление об изделии. И чем сложнее изделие, чем дороже обходятся допущенные при проектировании изделия ошибки, тем более важно для проектировщиков и конструкторов как можно раньше “вживую” увидеть результат своей работы. Виртуальная реальность позволяет максимально приблизить цифровой прототип

изделия к конструктору (рис. 3). Например, один из заказчиков компании “Топ Системы” (очень крупное предприятие) в процессе проектирования своих изделий вынужден по несколько раз создавать огромные полноразмерные деревянные макеты своих изделий. T-FLEX VR позволит ему обходиться без этого, что не только существенно сократит сроки проектирования и издержки, но и даст возможность проводить больше проектных итераций.

► **Промышленный дизайн.** Некоторые производители существенное внимание уделяют не только эксплуатационным характеристикам своих изделий, но и их дизайну. И недаром, ведь если внешний вид изделия способен повлиять на продажи, улучшение этого “параметра” позволяет эти продажи увеличить. Так, один из пока еще потенциальных заказчиков компании “жалуется” на то, что ввиду большого размера выпускаемой продукции дизайнерам трудно работать – на экране монитора либо на миниатюрных моделях, распечатанных на 3D-принтере, предложенный дизайн выглядит замечательно, а реальное изделие смотрится плохо. В результате его приходится переделывать. T-FLEX VR позволяет оценивать дизайн изделий с минимальными временными затратами.

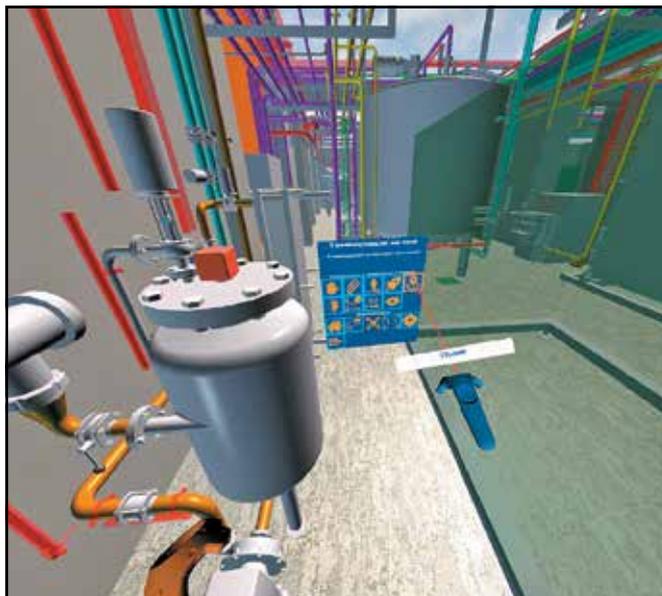


Рис. 4. “Прогулка” в T-FLEX VR по цеху переработки молочной продукции

► **Архитектурный дизайн.** Важность дизайна в архитектуре – вещь совершенно очевидная. Пожалуй даже, именно архитекторы стали первыми активными пользователями VR, сразу приступив к использованию этой технологии для “прогулок” по будущему объекту строительства. На данный момент T-FLEX CAD используется для создания архитектурных проектов достаточно редко, однако со временем ситуация изменится, так как параметрические возможности системы T-FLEX CAD позволяют с успехом использовать ее в архитектуре и строительстве.

► **Презентации и выставки.** Возможности современных систем VR достаточно быстро были осознаны многими производителями в тех областях, где выпускаемая продукция, опять же, имеет большие габариты, в связи с чем ее демонстрация на различных маркетинговых мероприятиях и выставках либо несет высокие логистические затраты, либо вообще невозможна. Например, один из партнеров компании “Топ Системы” занимается проектированием и изготовлением оборудования и цехов для переработки молочной продукции, и отдельные единицы выпускаемого оборудования он вполне может привезти на выставку “вживую”, но с целым цехом

этого сделать никак нельзя. VR-функционал T-FLEX CAD стал для этого партнера идеальным решением, позволяющим демонстрировать на выставках или на выездных показах всю полноту их конструкторских проектов (рис. 4).

► **Обучение персонала и после-продажное обслуживание.** В условиях жесткой конкуренции производители оборудования ощущают постоянную необходимость все более сокращать сроки выпуска. Не стоит также забывать, что выпускаемая продукция может быть дорогостоящей или опасной. Кроме того, некоторое оборудование может выпускаться в единичном или столь малом количестве, что обслуживающий персонал просто не имеет возможности провести отработку своих действий на реальном изделии. Именно поэтому сегодня особенно актуальной является возможность с помощью T-FLEX VR проводить обучение персонала, причем еще до того, как продукция воплотилась в физическую форму.

## Перспективы развития технологий VR/AR

T-FLEX VR – это действительно очень интересная и современная технология, еще больше расширяющая возможности комплекса T-FLEX PLM. Как и другие продукты линейки T-FLEX, модуль T-FLEX VR будет активно развиваться и “обращать” все большим количеством функциональных возможностей. Например, в рамках закрытого показа заказчикам компании уже демонстрировалась возможность работы в VR с одновременным выводом стереоизображения на большой экран с позиции VR-пользователя. В скором времени планируется добавить в модуль поддержку так называемой смешанной реальности (AR), а также возможности проводить различные измерения виртуального макета. Конечно, это далеко не полный список запланированных нововведений – у компании “Топ Системы” обширные планы по рас-

ширению функционала T-FLEX VR, это в свое время будет сюрпризом как для пользователей, так и для конкурентов.

Что касается развития VR/AR в целом, то у этой области имеется огромный потенциал для роста. Безусловно, у современного оборудования есть явные недостатки, например недостаточная плотность пикселей на экране, что не позволяет пользователям читать мелкие тексты или разглядывать мелкие детали конструкции. Еще направление, над которым производителям оборудования стоит поработать – динамическое изменение фокусного расстояния в зависимости от того, в какую точку дисплея смотрит глаз пользователя. Однако устройства VR/AR непрерывно совершенствуются, и то, что еще вчера казалось фантастикой, сегодня становится реальностью. К примеру, в офисе компании “Топ Системы” можно уже протестировать беспроводной

только технологии “созреют”, они будут использоваться для создания еще более впечатляющих продуктов под маркой T-FLEX.

Вспомним, как развивалось проектирование. Сначала были только лишь чертежи. Затем стало возможным создание 3D-моделей. И поначалу бытовало мнение, что 3D нужно “только для красоты”. Теперь же есть предприятия, полностью перешедшие на бесчертежные технологии.

Вполне возможно, что в будущем экраны шлемов VR/AR (скорее всего, в итоге останется только AR) полностью заменят мониторы, а все конструкторы предприятия, вне зависимости от того, в каком месте планеты они находятся, будут трудиться в едином VR-пространстве над общим проектом. Но все это – дело будущего, хотя и не обязательно далекого. Сегодня же есть ощущение того, что индустрия AR/VR все еще в самом начале своего пути.



Рис. 5. Пользователь работает с T-FLEX VR

VR. Над плотностью пикселей производители оборудования тоже работают. Специалистам компании, к слову, пришлось по душе новый VR-шлем HTC Vive PRO с обновленным экраном.

К сожалению, на данный момент технологии в области мобильного VR и AR либо слишком слабы, либо еще чрезмерно дороги, чтобы их можно было использовать на отечественных предприятиях. Но компания “Топ Системы” внимательно следит за появляющимися разработками, и как

В заключение остается добавить, что любой желающий лично ознакомиться с возможностями T-FLEX VR может приехать в офис компании “Топ Системы” и посетить постоянно действующий демонстрационный стенд в лаборатории виртуальной реальности T-FLEX VR Lab (рис. 5). Для этого достаточно оставить заявку на сайте компании “Топ Системы” [www.tfex.ru/mail/](http://www.tfex.ru/mail/).

**Павел Ксенофонов,**  
компания “Топ Системы”

27–31 | 05 | 2019

Россия, Москва, ЦВК «Экспоцентр»  
[www.metobr-expo.ru](http://www.metobr-expo.ru)



2019

20-я международная  
специализированная  
выставка

# МЕТАЛЛООБРАБОТКА



Реклама 12+



«Оборудование,  
приборы и инструменты  
для металлообрабатывающей  
промышленности»

При поддержке:

- Совета Федерации Федерального Собрания РФ
- Министерства промышленности и торговли РФ
- Союза машиностроителей России

Под патронатом ТПП РФ

Организаторы:



РОССИЙСКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ  
СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ  
«СТАНКОИНСТРУМЕНТ»

ЭКСПОЦЕНТР