

## ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Д.В. Захаркин (Компания VR Concept)

*Показано, что технологии виртуальной реальности могут эффективно применяться при подготовке и переподготовке кадров и создании интерактивных технологических инструкций для персонала. Представлено приложение VR Concept, в котором быстро и легко можно начать работу в виртуальной реальности с цифровыми двойниками изделия на базе данных из CAD, CAE, CAM. Рассмотрены области применения VR Concept – обучение, машиностроение, строительство.*

*Ключевые слова: виртуальная реальность, подготовка кадров, обучение, прототипирование, САПР, 3D-модель изделия.*

Мы живем в эру становления четвертой промышленной революции. Искусственный интеллект, большие объемы данных, Internet of Things, виртуальная и дополненная реальность, повсеместная автоматизация — эти технологии надвигающейся эпохи Industry 4.0 уже применяются в различных отраслях. Высокий уровень цифровизации на производстве приводит к оптимизации процессов и ускорению выпуска более качественных и дешевых изделий. Увеличивающаяся скорость внедрения новых технологий ставит важный вопрос: как готовить квалифицированные кадры для промышленности нового века? Этот вопрос заявлен

в качестве приоритетного направления в Программе «Цифровая экономика в РФ» (утверждена Распоряжением Правительства от 28 июля 2017 г. № 1632-р). Задача 2018 г. — разработать базовые квалификации и отдельные компетенции цифровой экономики для включения в профессиональные стандарты и их сопряжения с образовательными стандартами и образовательными программами.

Проблемы с кадрами обусловлены тем, что в текущей ситуации кадровый состав не обладает необходимыми знаниями и компетенциями для работы в новых условиях. Поездки на реальные заводы на практике

достаточно дороги, а главное, это только малая часть программы обучения кадров. Когда выпускники приходят на завод, они имеют определенный багаж теоретических знаний, но при этом у них отсутствует актуальное представление о процессах и работах, которые присутствуют на заводе, в конструкторском бюро, на строительной площадке.

В современных условиях перехода на инновационные технологии в промышленности ускоряется жизненный цикл новых изделий. Пока студенты учатся, существующие технологии совершенствуются, и появляются новые тенденции. Таким образом, полученные в вузе теоретические знания отстают от реальности промышленного предприятия. Учебный процесс не успевает адаптироваться к изменениям. Кадровый дефицит в компетентных и знающих специалистах — одна из ключевых проблем современного перехода к Industry 4.0. И один из инструментов ее решения — применение в обучении технологии виртуальной реальности (VR).

### Современное VR-оборудование

Выделим три типа существующего VR-оборудования.

1. *Профессиональные:* проекционные кластерные системы, применяемые для решения научно-исследовательских задач, где нужен максимальный эффект реалистичности. Высокое разрешение, яркость, контраст и качество изображения — это особенности комнат виртуальной реальности, панорамных и купольных решений (рис. 1). Изначально именно эти системы виртуальной реальности

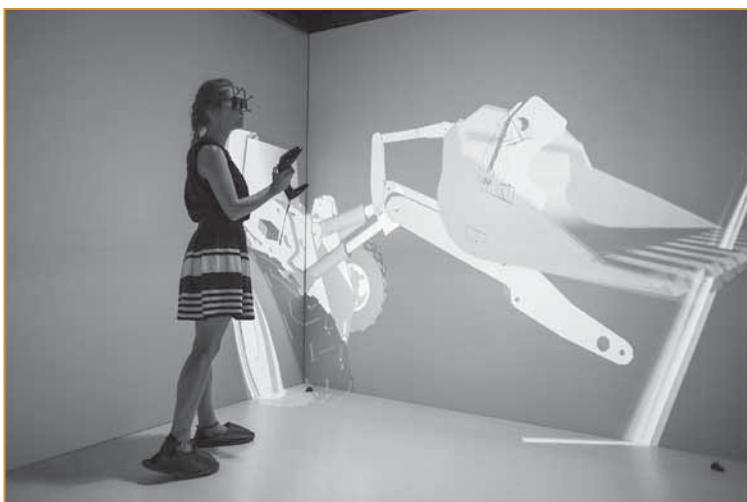


Рис. 1. Комната виртуальной реальности в действии



Рис. 2. Минимальный комплект оборудования: ПК с мощной графической станцией, шлем и ПО

применялись в машиностроении во всем мире, в том числе и в России.

**2. Мобильные:** VR-системы на базе смартфонов, например кардборды. Этот тип решений — самый массовый и доступный: любой человек, установив специальное приложение, может погрузиться в виртуальную реальность. Правда, эффект погружения и интерактивность минимальны, а сам процесс напоминает просмотр Google maps панорам. В серьезном образовании и промышленности такой инструмент малоприменим.

**3. Настольные:** комплекс из шлема виртуальной реальности и ПК с мощной графической картой (рис. 2). В ближайшем будущем это будет основное средство обучения в виртуальной реальности, так как обладает высоким уровнем погружения и интерактивности, при этом оно не так дорого, как кластерные системы. Свое развитие настольные системы VR получили с массовым появлением шлемов виртуальной реальности: HTC VIVE, Oculus Rift, Windows Mixed Reality и специализированных ПК (например, мобильная станция HP) с высокопроизводительной графической картой.

Любую систему виртуальной реальности можно дополнить специальными устройствами, которые усиливают эффект погружения и решают другие не менее важные задачи:

- костюм виртуальной реальности (industrial motion capture) позволяет точно отслеживать все телодвижения человека, создавать виртуальный аватар пользователя и в режиме реального времени записывать видеоролики для учебных и исследовательских целей, проводить эргономические исследования. В Кванториуме (г. Королев) планируют применять эту технологию для оценки ремонтпригодности потенциальной лунной базы;
- перчатки виртуальной реальности отслеживают движение фаланг пальцев, что позволяет более тонко взаимодействовать с объектами в виртуальной среде и манипулировать ими, проводить эргономические исследования. Компания TAU Tracker (Россия) работает над созданием перчаток на магнитном поле, что даст большую свободу действий и более четкое взаимодействие с виртуальными объектами (taustracker.com);
- устройства обратной тактильной связи позволяют при взаимодействии с виртуальной средой почувствовать вес объекта, вязкость, шероховатость, а также сопротивление при столкновении с другими объектами. Это важно в процессе обучения выполнения ручных операций и для создания высокого уровня достоверности проводимого тренинга.

### Эффективность применения VR в обучении

С помощью технологии виртуальной реальности появляется возможность повысить качество образования и вывести его на новый уровень. Например, возможности оказаться на виртуальном двойнике производства и увидеть цифровой макет изделия

значительно повышают эффективность обучения по сравнению с видеороликами и чтением лекций. Это равнозначно работе на реальном макете или реальном производстве. Такое решение может применяться в любой момент времени в процессе обучения, и в случае необходимости в него легко внести изменения [1, 2]. Например, студенты могут знакомиться с новой линейкой двигателей и дизайнерскими решениями в производстве техники и оборудования до того, как изделие будет выпущено, а также учиться работать с новыми станками и их составляющими до их внедрения на производстве. Такой подход создает гораздо более высокий уровень интеграции потребителя кадров и тех, кто их выпускает, то есть промышленности и образования соответственно. При этом промышленность имеет возможность передавать образованию свои текущие наработки, которые сразу могут оказываться в образовательном процессе.

Используя комплекс систем виртуальной реальности, можно оценить эргономику работы с системой: насколько она сложная, будет ли уставать сотрудник, насколько человек следует инструкциям, насколько он соблюдает меры безопасности при выполнении этих работ [3]. Предположим, приступил специалист к работе по обслуживанию газотурбинной установки. Ему важно понимать, какие последствия возможны, если что-то пойдет не так, как предотвратить аварийную ситуацию, как проводить ремонт. Все это возможно отработать на виртуальном прототипе: изучить режимы работы, пройти интерактивный обучающий тренинг без риска для жизни сотрудника и порчи дорогостоящего оборудования. В России уже реализован подобный проект на базе отечественного программного обеспечения VR Concept по обучению обходчиков и операторов установки аминокислотного газа на крупном нефтегазовом предприятии. Система обучения обслуживания сложного технологического оборудования на производственной площадке включает сценарии аварийных ситуаций, таких как возгорание скважинной жидкости и прорыв труб, возможность наблюдать изменения параметров как на мнемосхемах, так и в виртуальной реальности, производить независимые или скоординированные действия в виртуальной среде двум обучающимся. Еще один пример: интерактивная инструкция по сборке шарового крана с возможностью изучения и тестирования режимов, а также автоматизированной проверки знаний.

Таким образом, можно ожидать, что VR окажет значительное влияние на процесс обучения, поскольку одна из ключевых ее особенностей — высокий эффект погружения, возможность видеть и взаимодействовать с изделием, как с реальным объектом. Это подтверждается даже тем, что военные силы многих стран мира используют данный подход. Так, Военно-морской флот США начал использовать контроллеры от игровой приставки Xbox 360 компании Microsoft для управления подводными лодками. Первой суб-

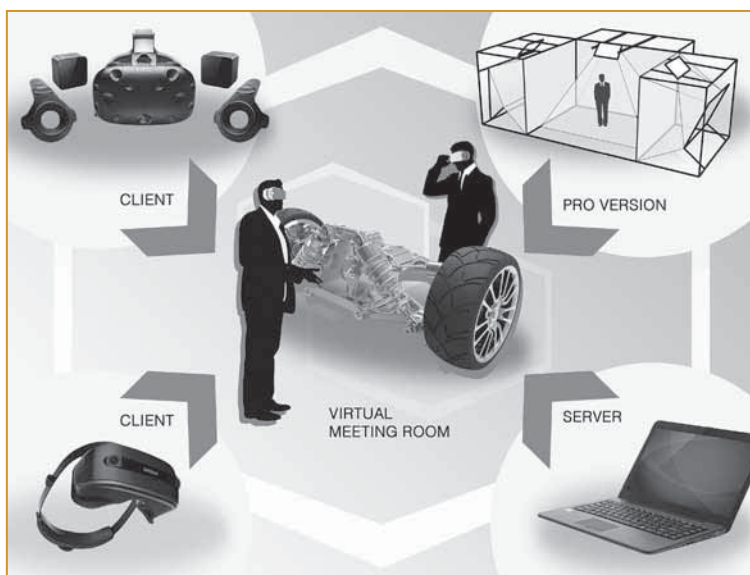


Рис. 3. Клиент-серверная архитектура совместной работы в VR

мариной, которая была оснащена таким джойстиком, стала USS Colorado — одна из самых технически совершенных подлодок в американском флоте. Джойстик заменит на подлодках пульт управления мачтами, который там используется сейчас. Замену произведут согласно пожеланиям младшего офицерского состава и матросов, которые жалуются, что нынешний пульт слишком громоздкий и трудноуправляемый. Кроме того, его стоимость гораздо дороже контроллера Xbox 360. Наконец, чтобы научиться работать с пультом, моряки тренируются часами, в то время как контроллером Xbox 360 можно овладеть в считанные минуты — в этом экипажу помогают приобретенные в детстве навыки видеоигр. К такому выводу пришли технические специалисты флота, когда тестировали различные контроллеры и другие решения, способные заменить неудобный пульт ([www.virginianpilot.com](http://www.virginianpilot.com)).

В АО "Центр технологии судостроения и судоремонта" с 2014 г. используется комната виртуальной реальности, включающая четыре проекционных экрана для изучения внутреннего пространства проектируемых судов, оценки удобства расположения систем управления, различных коммуникаций, а также проведения эксплуатационных работ: тестирования технологий монтажа/демонтажа оборудования в судовых/корабельных помещениях с использованием цифровых манекенов. В МГУ им. М. В. Ломоносова такая же VR-система была внедрена на факультете психологии для исследований в области восприятия пространства, оптических иллюзий, слепоты к изменениям и другим направлениям. Эффект присутствия в виртуальной сцене позволяет изучать реакцию испытуемых на стресс, симулировать общение с виртуальными трехмерными персонажами. На данный момент

комната виртуальной реальности решает задачи всех исследователей МГУ, а не только психологического факультета. Кроме того, она соединена с суперкомпьютером МГУ, который находится в здании на Воробьевых горах, благодаря чему результаты суперкомпьютерных исследований могут отражаться в комнате виртуальной реальности в режиме реального времени. У данного решения есть существенный минус — цена, из-за чего его могли позволить себе только крупные компании и институты.

Важно понимать, что обучая специалистов с помощью виртуальной реальности, мы, в том числе обучаем их самой технологии, которая применяется в бизнес-процессах многих промышленных компаний. Закончив обучение, молодые специалисты будут применять эти технологии в реальном производстве для решения задач, связанных с подсказками во время выполнения работ, или для оценки эргономики во время проектирования новых изделий, процесса сборки, выявления ошибок.

#### Приложение VR Concept

Для создания виртуальных миров часто применяются игровые движки<sup>1</sup>: Unity, Unreal, UNIGINE и др. Однако для работы с инженерными форматами данных, например таких САПР, как SolidWorks, NX, КОМПАС-3D, nanoCAD, Navisworks и пр. игровые движки не подходят, так как не могут корректно читать распространенные САПР-форматы. В связи с этим в компании VR Concept было принято решение создать собственное решение с одноименным названием.

VR Concept — приложение коллективной работы с инженерными данными в виртуальной и дополненной реальности: пользователь может быстро и просто подключить различные системы виртуальной и дополненной реальности, а также запустить коллективную работу как в рамках локальной сети, так и по защищенной сети интернет.

VR Concept без конвертации загружает широкий спектр CAD, BIM, CAE форматов и позволяет осуществлять синхронизацию с системами математического моделирования. Приложение обладает широким набором функций виртуального прототипирования, простым пользовательским интерфейсом и не требует знаний программирования и администрирования.

Подобных решений на рынке мало и они достаточно узко сегментированы. Все эти решения зарубежные и появились на заре виртуальной реальности. На тот момент системы виртуальной реальности представляли собой сложные аппаратно-программ-

<sup>1</sup> Игровой движок (англ. *game engine*) — базовое программное обеспечение компьютерной или видеоигры. Разделение игры и игрового движка часто расплывчато, и не всегда студии проводят четкую границу между ними. Но в общем случае термин «игровой движок» применяется для того программного обеспечения, которое пригодно для повторного использования и расширения, и тем самым может быть рассмотрено как основание для разработки множества различных игр без существенных изменений [4].

ные комплексы, в большинстве своем на основе проекционных систем. По этой причине программное обеспечение под VR представляло собой платформу (а не приложение) — набор инструментов и библиотек, требующих серьезной интеграции и доработки под конкретного заказчика. Эти системы достаточно сложны в освоении и в большинстве случаев имеют устаревшее ядро.

Классификации таких решений из-за их достаточно узкой специализации не сформировалась. Наиболее подходящим термином для такого приложения будет «коллективное виртуальное прототипирование» (Collaboration Virtual Prototyping — CVP).

Таким образом, VR Concept — современное приложение уровня CVP, характеризующееся простым пользовательским интерфейсом, работающее на собственном 3D движке. Решение коробочное и лицензируемое. Благодаря собственному 3D движку, оптимизированному под работу с большими массивами инженерных данных, приложение имеет более высокую производительность, чем 3D движки, распространенные на рынке.

#### Области применения приложения VR Concept

##### Обучение

VR Concept обеспечивает ответственное и интенсивное обучение для закрепления надежных навыков и мастерства сотрудников за счет совмещения 3D-моделей, их кинематики и механики в контексте эксплуатации. Приложение позволяет персоналу получать виртуальный опыт работы с изделием во время отработки различных сценариев поведения в нестандартных ситуациях, оценки эргономики управления и углов обзора, наблюдения и анализа внутренних процессов работы изделия. При этом процесс обучения могут проходить несколько сотрудников сразу, что сокращает расходы на натурные тренировки. С помощью симуляторов и тренажеров можно тестировать сотрудников, а также разрабатывать интерактивные инструкции.

При этом использование VR Concept выгоднее и дешевле, чем разработка специализированного контента на игровом движке при помощи сторонней компании: заказчику не нужно тратить время и деньги на создание учебного материала, так как можно это сделать самостоятельно, загрузив САПР или 3D модель в виртуальную реальность.

Виртуальный тренажер представляет собой учебное место, оборудованное компьютером со шлемом виртуальной реальности и установленным приложением VR Concept. При организации класса или учебного центра используется клиент-серверная архитектура (рис. 3), в рамках которой рабочие места каждого обучаемого и преподавателя соединяются по локальной сети или Internet. На компьютере преподавателя запускается сервер VR Concept, являющийся инструментом создания и редактирования сценариев обучения, а на компьютере обучаемого — клиент VR Concept, в котором задается адрес сервера. Настройка задается один раз при первом

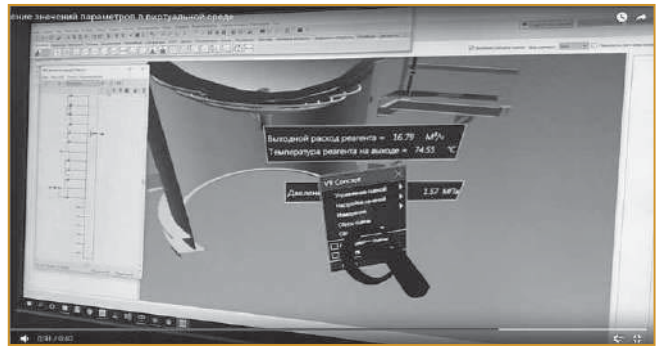


Рис. 4. Интерфейс работы с тренажером VR в VR Concept

запуске клиента и запоминается для последующих запусков. Таким образом, подключение к коллективному обучению не сложнее, чем обычная конференц-связь. Преподаватель может осуществлять визуальный контроль правильного выполнения действий обучаемого, комментировать их и давать подсказки.

VR Concept позволяет достаточно быстро создавать учебный материал, такой как демонстрация инженерных решений, обучение их эксплуатации и обслуживанию, при наличии модели изделия в 3D или САПР форматах. Необходимо загрузить модель, добавить по желанию окружающее пространство и настроить сценарий (рис. 4). Для настройки сценария не нужны знания программирования, все задается через интерфейс редактора. Например, детский технопарк «Кванториум» (г. Королев) использует приложение VR Concept в классе виртуальной реальности для обучения проектированию космических аппаратов и получения навыков работы с инженерным ПО.

На международном форуме «Город образования» на стенде ТемоЦентра был презентован целый класс виртуальной реальности для решения инженерных задач, позволяющий 12 учащимся находиться в виртуальном пространстве и выполнять задания преподавателя, который может видеть все действия учеников.

Приложение VR Concept активно развивается, расширяя свои возможности не только в области обучения, но и в машиностроении и строительстве.

##### Машиностроение и строительство

Приложение VR Concept предоставляет богатый набор инструментов для работы с виртуальным цифровым прототипом будущего автомобиля, самолета, судна и т. п. на всех этапах его разработки от визуализации бизнес идеи до проведения виртуальных испытаний и внесения изменений на этапе проектирования.

Визуализация фотореалистичного макета в масштабе 1:1 позволяет в режиме реального времени проверять компоновку, оценивать эргономику, выявлять коллизии, кастомизировать интерьер и экстерьер транспортного средства. Анализируя с помощью VR Concept инженерный проект, можно проверить его на соответствие требованиям безопасности и ремонтнопригодности и при отклонениях вносить коррективы.

Приложение VR Concept предлагает набор инструментов для моделирования, анализа и оптимизации

процессов сборки изделий и их последовательности: балансировки загрузки оборудования, план-графика производства, симуляции ручной сборки изделия с помощью отслеживания действий человека по технологии motion capture.

Продукт позволяет создавать интерактивные технологические инструкции для персонала, повышающие восприятие за счет наглядности и снижения текстовой нагрузки (и качество обслуживания процессов производства). Обеспечивает анализ и оптимизацию процессов изготовления изделий, необходимый уровень их качества, снижение их себестоимости и максимально эффективное использование ресурсов.

VR Concept также является инструментом продаж, с помощью которого можно готовить маркетинговые материалы и проводить совещания и презентации для инвесторов с возможностью демонстрации будущего транспортного средства во всех ракурсах и в разной обстановке (визуализация погодных условий и местности).

Таким образом применение VR Concept в машиностроении позволяет сократить время на разработку нового продукта и быстрее вывести его на рынок, сократить издержки и повысить качество за счет выявления ошибок на ранней стадии проектирования и отсутствия необходимости в множестве натуральных макетов.

В строительной сфере в сотрудничестве с компанией Leica разработан модуль визуализации облака точек. Облака точек получают с помощью лазерного сканирования или фотограмметрии и применяются для разных задач: метрологии сложного объекта, интерьеров, в медицине, при реставрации объектов искусства и археологии. В сотрудничестве с АО «Ракурс» реализована функциональность работы с век-

торными 3D моделями городской застройки в виртуальной реальности. Ведутся работы над реализацией библиотеки фотореалистичных материалов.

#### Заключение

В будущем технология виртуальной реальности станет основным сквозным инструментом как для обучения кадров, так и для применения в промышленности или самими заказчиками, которые потребляют изделия, выпускаемые этой промышленностью. Цель перехода к Industry 4.0 — создание виртуальных фабрик, в которых будут автоматизированы все процессы, позволяющие быстро перенастраивать производство на цикл выпуска одного и того же изделия, но с разными характеристиками и материалами, влияющими как на эстетический внешний вид, так и на удобство эксплуатации. Эксклюзив по стоимости масс-маркета — одна из главнейших целей в переходе к четвертой промышленной революции. И это будет возможно только тогда, когда в промышленности будут работать специалисты, обученные с помощью инструментов виртуальной реальности.

#### Список литературы

1. Селиванов В.В., Селиванова Л.Н. Виртуальная реальность как метод и средство обучения // Образовательные технологии и общество. 2014. Т. 17, № 3. С. 378-391.
2. Феценко А.В., Бахарева В.А., Захарова У.С., Сербин В.А. Технологии виртуальной и дополненной реальности в образовательной среде вуза // Открытое и дистанционное образование. 2015. № 4(60). С. 12-20.
3. Елесин С.С., Феценко А.В. Виртуальная реальность в образовании: сомнения и надежды // Гуманитарная информатика. Вып. 10. 2016. С. 109-114.
4. Jason G. Game Engine Architecture. RC Press. 2009. 864 с.

*Захаркин Денис Владимирович — исполнительный директор VR Concept.*

*Контактный телефон +7 926 910 32 68.*

*E-mail: info@vrconcept.net dzakharkin@vrconcept.net*

#### Научный эксперимент с посевом опытных сортов озимой пшеницы

ГК «Логус» (г. Воронеж) совместно с НИИСХ ЦЧП им. В.В. Докучаева (г. Воронеж) и Институтом проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН (Москва) приступили к посеву экспериментальных сортов озимой пшеницы. Цель эксперимента — достигнуть показателей урожайности на уровне 85 ц/га и класса пшеницы не ниже третьего. Речь идет о нескольких новейших сортах: Черноземка 130, Черноземка 188 и Базальт 2, высеянных на орошаемом поле 60 га.

ООО «Логус-агро», являясь базовым сельхозпредприятием, для проведения эксперимента предоставляет собственное поле и ресурсы для посева качественно новых сортов НИИ сельского хозяйства им. В.В. Докучаева. Техническим обеспечением

контроля и процессом автоматизации эксперимента занимаются ИПУ РАН и Воронежский государственный технический университет (ВГТУ).

Контроль за проведением эксперимента будет осуществляться с применением беспилотных летательных аппаратов, предоставленных ИПУ РАН. Беспилотники помогут осуществить привязку к координатам и рельефу местности, зафиксировать границы участков. Также с помощью мультиспектральной камеры аграрии получают возможность наблюдать за ростом растений и применять в оптимальное время необходимые агротехнологические приемы. Результаты будут отображаться в автоматизированной системе «АгроПоле», разработанной совместно с ВГТУ и ООО ЦПИ «ПРИС».

[Http://www.ipu.ru](http://www.ipu.ru)