



Усенков Дмитрий Юрьевич

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

ЧТО ТАКОЕ ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ

Приведенное в заголовке название сегодня можно встретить довольно часто и в научно-популярной литературе, и в «околокомпьютерной» прессе, и в различных фантастических (и не только) кинофильмах, повестях и рассказах. Однако далеко не всегда авторы этих статей, книг и сценариев дают читателям (слушателям, зрителям) действительно правильное, грамотное с технической точки зрения описание смысла, заключенного в этом названии.

«Виртуальная реальность» (по-английски – «Virtual Reality») – это новейшее направление в использовании ЭВМ, позволяющее войти в непосредственный контакт с создаваемым в памяти компьютера искусственным миром. Еще пару-тройку лет назад не выходящие за пределы экспериментальных лабораторий комплексы виртуальной реальности сегодня уже имеются в продаже, и каждый их счастливый обладатель может в прямом смысле с головой окунуться в какую-нибудь захватывающую компьютерную игру.

Более строгая, хотя и не претендующая на энциклопедичность, формулировка определяет виртуальную реальность как интерактивную технологию, вызывающую впечатление существования в реальном пространстве и контакта с подлинными объектами, создающую полную иллюзию взаимодействия с миром, существующим только внутри компьютера.

Можно назвать самое главное свойство виртуальной реальности: максимально полное задействование органов чувств пользователя (желательно – всех без исключения, но достаточно хотя бы использовать зрение, слух, осязание и обоняние).

СОВРЕМЕННЫЙ КОМПЛЕКС VR С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Основой комплекса виртуальной реальности является, разумеется, персональный компьютер – достаточно быстродействующий и обладающий значительными ресурсами оперативной и дисковой памяти, ибо в VR главными компонентами являются компьютерная графика и моделирование в реальном времени практически всех свойств отображаемых объектов и окружающего пространства вплоть до мелочей, что, в свою очередь, связано с хранением большого количества оцифрованных изображений (в том числе видеофрагментов) и с выполнением сложнейших математических расчетов. Однако при этом речь не идет о специализированной ЭВМ типа суперкомпьютеров или тех, что применяются в киностудиях при съемке спецэффектов или целых фильмов вроде «Матрицы». Виртуальная реальность станет массовым явлением, только если это будет лишь один из аспектов применения обычной домашней «персоналки» (типа Pentium 4 с технологией Hyper Threading).

Аппаратной основой комплексов виртуальной реальности, таким образом, прежде всего является внешнее оснащение – набор

специфических периферийных устройств, подключаемых к ПЭВМ (и соответствующая программная поддержка – драйверы для них). Главной особенностью этих устройств является создание максимально плотной двухсторонней связи компьютера с пользователем при наиболее полном задействовании возможностей органов чувств последнего.

Главное и наиболее известное периферийное устройство для виртуальной реальности – это, без сомнения, *VR-шлем*. В «полном» варианте он совмещает в себе двоянный стереодисплей («очки»), стереонаушники и гироскопическую систему, а также иногда средства включения/выключения виртуальной реальности.

Первое, что должно быть сделано, чтобы пользователь ощутил свое присутствие в виртуальном мире, – это создание для него объемного изображения с максимальной областью охвата (перекрывающей весь угол зрения человека, чтобы не оставалось «незаполненных» участков). Для этого служат два миниатюрных цветных жидкокристаллических дисплейчика (дающих отдельное изображение – левый или правый кадр стереопары) с соответствующей оптической системой, расположенных непосредственно перед глазами. (Подобная конструкция очень похожа на давнюю детскую игрушку – стереоскоп, только вместо фотослайдов через него рассматриваются создаваемые компьютером динамические изображения. Кстати, одна из первых электронных игр с использованием технологии виртуальной реальности была создана еще в СССР на зеленоградском заводе «Электроника» и по конструкции была именно такой.) А поскольку ЖК-экраны находятся очень близко от глаз, изображение занимает на сетчатке достаточно большую площадь, чтобы зрителю казалось, что он непосредственно находится в окружении изображаемых предметов, а не рассматривает их через некое окно в темной ширме.

Одновременно обеспечивается прослушивание стереозвукового сопровождения, что еще в большей степени усиливает эффект присутствия в виртуальном мире. Впрочем, сегодняшний компьютер трудно представить без возможности работы с объемным звуком.



Рисунок 1. Очки с навесным стереодисплеем.

В недрах VR-шлема скрыты гироскопические датчики, отслеживающие повороты и наклоны (точнее, рывки в том или ином направлении) головы пользователя. Эти команды передаются в компьютер и избавляют от необходимости вслепую нащупывать клавиатуру; в соответствии же с подаваемыми командами ЭВМ перерисовывает выводимое на стереодисплей изображение, делая взаимодействие пользователя с его виртуальным окружением интерактивным.

И наконец, чтобы пользователю было проще «входить» в виртуальный мир и «выходить» из него, на шлеме часто предусматривают своеобразные выключатели: скажем, достаточно поднять специальный «козырек» или сами стереоочки, и компьютер выключит (либо приостановит) работу создающей виртуальный мир программы.

Существуют и упрощенные (соответственно, удешевленные) модели VR-шлемов, только со стереодисплеями (рисунок 1) и наушниками, но без датчиков. Кроме того, альтернативой «полноценному» VR-шлему являются стереоочки с жидкокристаллическим покрытием на стеклах (рисунок 2). На





Рисунок 3. VR-эффект от очков.

обычный дисплей поочередно выводятся левый и правый кадры стереопары, а электрические сигналы, подаваемые на очки синхронно со сменой кадров, делают непрозрачными, соответственно, то правое, то левое стекло, чтобы только один глаз видел соответствующую картинку (рисунок 3). Преимуществом таких стереочков является их небольшая стоимость, поскольку ЖК-покрытие на их стеклах не требуется «дробить» на множество индивидуально управляемых пикселей, как в матричных ЖК-экранах. Недостаток же – гораздо худшее качество восприятия из-за мерцания получаемого изображения и практическое отсутствие «эффекта присутствия».

Однако даже самый лучший VR-шлем делает пользователя лишь пассивным наблюдателем событий, происходящих в искусственном мире. Чтобы совершать в нем ка-



Рисунок 4. VR-перчатка.

кие-либо активные действия, используется еще один класс устройств – «*тактильная одежда*». Наиболее распространенным их представителем являются чувствительные перчатки (рисунок 4). Специальные датчики (рисунок 5) не только постоянно отслеживают положение пальцев и всей кисти в целом (относительное, а не абсолютное: распознается сгибание-разгибание пальцев, сжатие кулаков и т. п., но не перемещение всей руки в пространстве), но и обеспечивают воздействие на кожу, формирующее ощущение прикосновения к «мнимым» предметам, которые пользователь в виртуальном мире ощупывает или держит в руке.

Разумеется, быть представленным в искусственном мире только головой и пальцами явно недостаточно, поэтому в последнее время разработаны и другие аналогичные устройства с более широкими возможностями – чувствительные жилеты, отслеживающие положение рук в пространстве, ботфорты (чтобы не чувствовать себя «головой профессора Доуэля на колесной тележке») и даже полные VR-костюмы, позволяющие целиком и полностью связать все тело пользователя с его виртуальным персонажем.

Что же касается других органов чувств, то здесь пока речь идет скорее об экспериментальных моделях. Но они уже созданы и успешно доказали свою работоспособность.

Периферийное устройство для передачи запахов («одороколонки») внешне напоминает привычную аудиосистему, а по принципу работы – струйный принтер. Такая «колонка» содержит в себе картриджи с наборами «типовых» запахов, которые по сигналу компьютера разогреваются и выпускаются в воздух. Причем это могут быть как конкретные ароматы (скажем, морских водорослей и прочего, чтобы создать антураж тропического пляжа), так и запахи, составляющие в различных комбинациях более или менее полную «палитру» любых окружающих нас ароматов.

Подобным же образом работает технология передачи вкусовых ощущений. Сначала с помощью специального датчика во рту некоторого испытуемого измеряются и

записываются различные параметры: усилия, необходимые для жевания, основные химические компоненты вкуса (регистрируемые специальными биодатчиками из липидных и полимерных мембран), вибрации в челюстной кости. Все эти данные становятся основой для компьютерной системы виртуальной реальности. При «воспроизведении» же вкусовых ощущений вставляемая в рот пользователя механическая часть устройства оказывает требуемое сопротивление при жевании, с помощью трубочки в рот всprysкиваются вещества, моделирующие основные вкусовые оттенки, а микродинамик формирует соответствующие вибрации в челюстной кости. Проблема пока остается только в необходимости совместить все это с сопутствующим моделированием запахов и доставкой последних непосредственно к носовым рецепторам.

Впрочем, периферийные устройства – это лишь одна из двух составляющих виртуальной реальности, служащая переходным звеном между реальным пользователем и виртуальным миром, созданным в памяти компьютера. Поэтому надо уделить внимание и идеологиям, используемым при разработке поддерживающего системы VR программного обеспечения (не столько драйверам, которые кодируют и декодируют сигналы внешних устройств, сколько *алгоритмам формирования искусственной реальности*).

Обычно сегодняшние виртуальные миры представляют собой наборы жестко запрограммированных образов обычных предметов или их комбинаций – оцифрованных видеоизображений и графических структур, строящихся в процессе работы из отрезков и плоских фрагментов по правилам трехмерного проецирования и в соответствии с принципами оптики (имитация освещения, прозрачности, зеркальных отражений и т. д. с соответствующими цветовыми и яркостными переходами). Кроме того, каждое из объемных изображений предметов дополнено параметрами массы, твердости и пр., что позволяет моделировать их «поведение» в виртуальном мире с определенными физическими закономерностями, а также со-

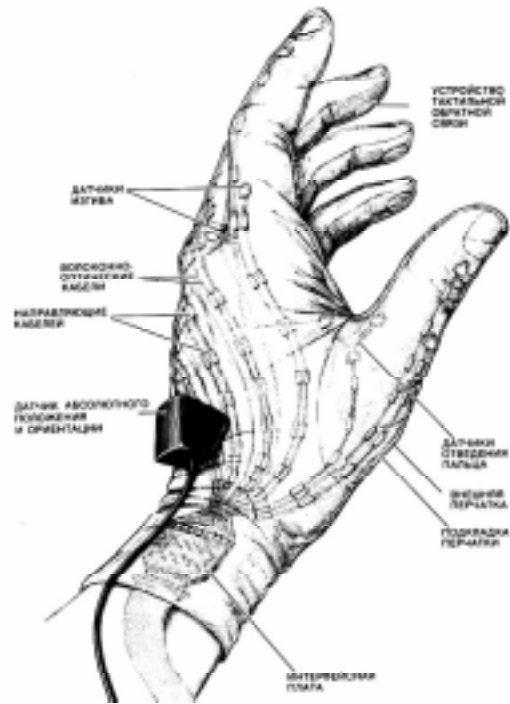
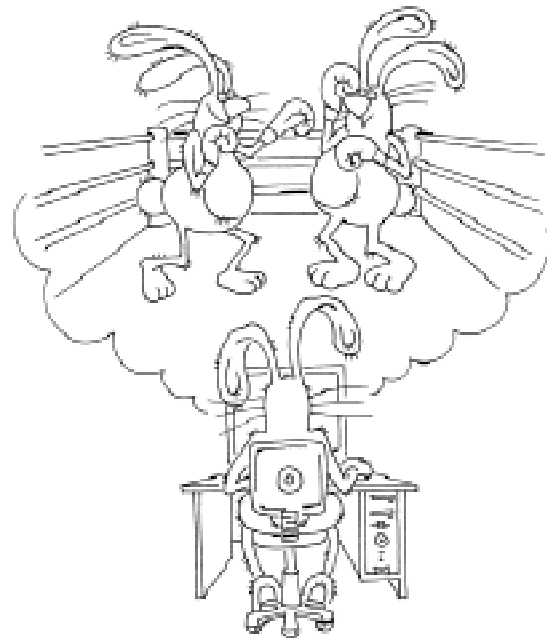
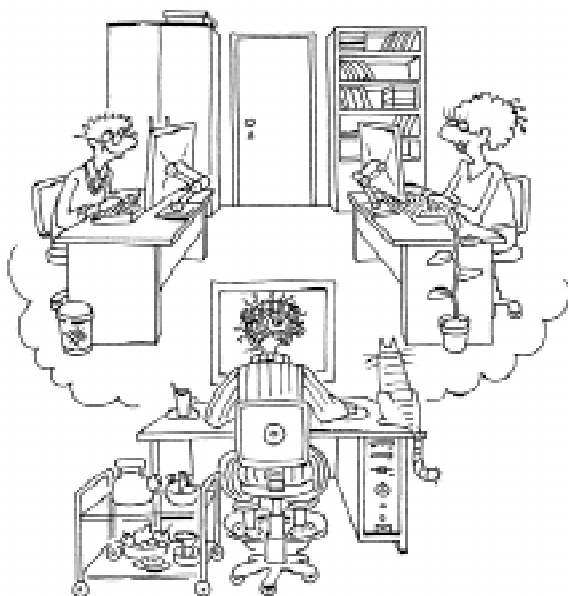


Рисунок 5. Устройство VR-перчатки.

здавать осязательные ощущения для «тактильной одежды» (например, чувствительной перчатки; разумеется, в этом случае среди генерируемых компьютером изображений присутствует и образ этой перчатки).



...VR-костюмы, позволяющие целиком и полностью связать все тело пользователя с его виртуальным персонажем.



...в качестве генерируемого сервером искусственного мира выступает интерфейс офиса...

Для одного пользователя в виртуальном мире достаточно сгенерировать «ответные образы» задействованных элементов «тактильной одежды». Но как быть, если предполагается работа нескольких пользователей в локальной сети, оформленной в виде виртуального пространства? Подобные проекты («виртуальные офисы») все чаще появляются на страницах различных компьютерных изданий. Представьте себе вычислительную сеть, объединяющую несколько десятков домашних ПЭВМ работников какого-либо учреждения и связывающую их с мощным сервером на территории предприятия. Утром, вместо того, чтобы толкаться в вагоне метро, сотрудники садятся за свои компьютеры и надевают устройства для создания виртуальной реальности. А в качестве генерируемого сервером искусственного мира выступает интерьер офиса с привычными атрибутами – телефонами, факсами, ксерксами и пр. (причем система VR имитирует функционирование оргтехники, но реально осуществляется ввод информации в соответствующую ПЭВМ, передача по сети или голосовая связь через Интернет). А по завершении работы достаточно снять VR-шлем, чтобы сразу оказать

ся дома... Думается, такая работа многим пришлось бы по вкусу.

Однако при работе в виртуальном офисе нам понадобится общение с другими сотрудниками – какими мы увидим их «через призму» компьютера? В многопользовательском виртуальном мире все пользователи представлены их условными образами, которые называются *аватарами* (инкарнация, превращение, метемпсихоз) – термин, прямо извлеченный из легенд о переселении душ.

Аватары – это объекты, управляемые другими пользователями, что-то вроде дистанционно управляемого оператором электромеханического манипулятора. Другое «население» виртуального мира представляют *демоны*. Пусть вас не пугает грозное название: этот термин давно уже «живет» в компьютерной среде, всего лишь обозначая автоматически действующие программные процедуры – например, программу обслуживания компьютерной почты, круглосуточно функционирующую на сервере без участия оператора. (Кстати, различные «враги» в компьютерных играх – это тоже демоны.) Одним словом, демонами виртуального мира можно считать любые управляемые компьютером аватары, а равно и любые виртуальные «псевдоустройства», автономно функционирующие в искусственной реальности и непосредственно не управляемые пользователями.

Такова в общих чертах современная система виртуальной реальности. Однако технология VR обладает гораздо большими возможностями, которые раскрыты еще далеко не полностью. Попытаемся проследить возможные пути дальнейшего развития виртуальной реальности. (Еще раз заметим, что все это вполне осуществимо уже сегодня или в самом ближайшем будущем.)

VR: МИР ТЕХНОЛОГИЙ И МАГИИ?

Прежде всего, конечно, необходимо совершенствование периферийного оборудования. Если не побояться немного пофантазировать, наиболее оптимальным решением представляется непосредственная связь компьютера с мозгом пользователя, с пря-

мым считыванием мыслей (точнее, соответствующих им электромагнитных сигналов) и вводом в мозг ответных сигналов, вызывающих у пользователя требуемые зрительные, слуховые, тактильные и другие ощущения. Тогда можно рассчитывать не только на максимально возможную полноту «эффекта присутствия», но и на существенное увеличение скорости обмена информацией между ЭВМ и человеком. Скажем, во время сна наш мозг с легкостью воссоздает любые картины (с задействованием всех органов чувств!), реальные настолько, что иной раз, только проснувшись, начинаешь понимать, что все это только снилось. Ни одна ЭВМ, даже самая мощная, не может пока создавать виртуальные миры с подобной реалистичностью и одновременно с требуемой скоростью. Секрет прост: компьютер (точнее, программисты, разрабатывающие алгоритмы для него) пытается генерировать изображение на экране из отдельных фрагментов, каждый из которых тщательно просчитывается «в математике», а мозг работает с цельными образами объектов – предметов и событий. Поэтому достаточно лишь найти способ по командам компьютера произвольно вызывать в памяти требуемые образы, и самая мощная из возможных систем виртуальной реальности окажется в нашем распоряжении.

Может показаться, что непосредственная связь компьютера с мозгом – это пустые мечты, которые никогда не смогут быть осуществлены (по крайней мере, в течение ближайшего тысячелетия). Ведь все полученные на сегодня знания о мозге человека – лишь верхушка гигантского айсберга неизвестности. Никто точно не знает, как работает память, откуда берутся мысли или даже как мозг обрабатывает поступающую с сетчатки глаз информацию, – есть только гипотезы различной степени подтвержденности. Более того, устройство мозга, его «принципиальная схема» – структура взаимосвязей между нейронами у разных людей не совпадает в точности, она сугубо индивидуальна. Однако наука иной раз совершает действительно чудеса. Например, успешные эксперименты по «телепатическому» управ-

лению компьютером – перемещению курсора по экрану и даже вводу текста мысленными командами – успешно осуществлены уже десяток лет назад, а сегодня таким способом учат управлять компьютером даже обезьян. Причем алгоритм распознавания мысленных команд оказался до гениального простым. В компьютер передается полная энцефалограмма, а ЭВМ, анализируя принятый сигнал, пытается распознавать мысленные команды по принципу самообучающегося перцептрона (как в системах оптического распознавания символов или при распознавании устной речи). Разумеется, для этого нужно достаточно длительное обучение (к тому же индивидуально для каждого пользователя), но первый шаг уже сделан.

Другое усовершенствование касается структуры виртуальных миров. Как уже было сказано, в сегодняшних системах VR виртуальный мир – это жестко детерминированный набор оцифрованных или нарисованных изображений объектов, из-за чего его сходство с реальностью не больше сходства выставленного в мебельном магазине кухонного гарнитура с настоящей кухней: внешне, конечно, все «на высоте», но вкус-



...успешные эксперименты по «телепатическому» управлению компьютером...

ного обеда не дожدهшься. Более перспективным решением было бы построение саморазвивающегося виртуального мира на основе «логики событий» (закономерностей, аналогичных законам физики и касающихся как возможных воздействий внешней среды на каждый объект, так и возможных откликов каждого объекта на эти воздействия) с привлечением некоторого элемента случайности. Такой виртуальный мир будет действительно приближаться к реальности, а не оставаться навечно застывшим интерьером.

И наконец, существует еще один аспект применения виртуальной реальности, не слишком часто затрагиваемый в литературе, – *принципы взаимодействия пользователя с объектами виртуального мира*. Пока разработчики VR считают достаточным полностью «списанное с натуры» механическое воздействие, выражающееся в ошупывании и перекладывании с места на место каких-либо готовых виртуальных объектов либо, в крайнем случае, их «подетальное» изготовление на «виртуальных станках». Но ведь здесь можно воспользоваться и более смелыми решениями, доступными благодаря поразительной гибкости искусственной реальности, недостижимой в реальном мире, – решениями, подсказываемыми многовековыми мечтами человечества о магии, знакомыми нам с детства по разнообразным сказкам и легендам.

Если извлечь некий «рациональный экстракт» из многочисленных красочных описаний колдовских действий, можно получить следующую лишненную какой бы то ни было ауры мистичности формулировку: *магия есть управление объектами внешнего мира при помощи определенных слов и абстрактных действий, позволяющее выполнять разнообразные преобразования объектов в соответствии только с их функциональными характеристиками*.

Разберем это утверждение более подробно применительно к среде виртуальной реальности. Чтобы создать новый виртуальный объект, пользователю, очевидно, достаточно будет сообщить компьютеру желаемый внешний вид предмета, а также что и

как он должен делать. Внутреннее же устройство этого объекта описывать совершенно не требуется: например, чтобы «изготовить» телевизор, в виртуальном мире вовсе не нужны практически никакие знания ни о принципиальной электронной схеме ТВ-приемника, ни о передаче радиоволн (разве что общие идеи того и другого), а достаточно будет пальцем обвести на «стене» некоторый участок, объявить его телеэкраном и определить хотя бы словесные команды для начала показа изображения, выбора нужной телепрограммы и выключения, когда это понадобится. Аналогично, можно будет создать любое устройство сразу в готовом виде (без подетальной сборки), определив лишь его функциональное назначение как некую зависимость типа Выход=F(Вход) и внешний вид. Последнее, впрочем, потребует чисто с эстетической точки зрения, ибо «формальный» черный параллелепипед мог бы выполнять функцию, скажем, ксерокса не хуже, чем агрегат привычного вида. Более того, получить копию любого изображения в виртуальности можно, просто прижав к нему чистый лист и объявив окружающему миру, что именно требуется сделать. Сообщить же машине, что вы желаете получить в результате, можно достаточно подробным словесным описанием, дополненным рисунком прямо на соседней «стене» (возможно, с последующими уточнениями – подобно лепке фигурки из пластилина) или даже сформировав достаточно четкий мысленный образ (если все же будет реализована прямая связь с мозгом). А если какой-либо виртуальный объект уже был когда-нибудь кем-нибудь создан и информация о нем хранится в памяти машины (скажем, ее можно запросить по сети из какого-то единого банка данных), задача и вовсе упрощается до предела: чтобы заново воссоздать объект, достаточно будет произнести его название (как не вспомнить здесь «Истинную Речь» из книги Урсулы Ле Гуин «Волшебник земноморья»?). А получить точную копию (и внешне, и функционально) уже имеющегося объекта в виртуальной среде и вовсе было бы просто – достаточно лишь заявить во всеуслышание: «Хочу точно такой же!».

VR: ПЛЮСЫ И МИНУСЫ

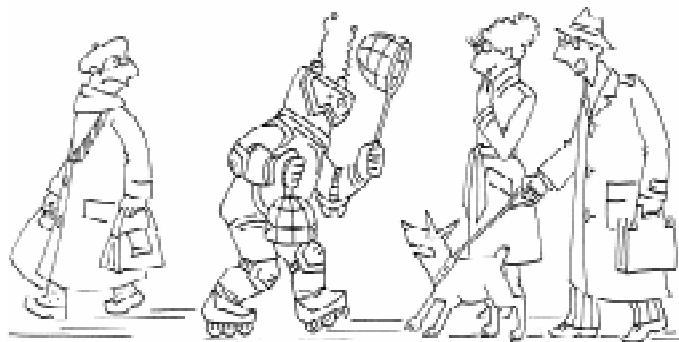
Благодаря богатейшим возможностям, как достигнутым уже сегодня, так и ожидаемым в недалеком будущем, виртуальная реальность – это великолепнейшее средство для наглядной визуализации результатов математического моделирования, обычно представленных безликими рядами цифр и сухими формулами, для изучения разнообразных физических (и не только физических) процессов, недоступных обычному наблюдению, для испытаний образцов новой техники, существующей еще только в памяти компьютера, до воплощения их «в металле и пластике». Дополнительные преимущества обеспечит сочетание систем VR и сетевых средств с высокой скоростью обмена, позволяющее обеспечить «почти личное» общение людей, реально находящихся на большом расстоянии друг для друга, и создавать уже упомянутые виртуальные офисы. И наконец, особенно важными сетевые VR могут оказаться для людей, волей судьбы навсегда прикованных к постели или инвалидной коляске. Благодаря виртуальным офисам, они смогут вернуться к активной жизни: не только выполнять достаточно сложную интеллектуальную (а с помощью периферийных манипуляторов, управляемых по компьютерной сети, – и физическую) работу, но и получить достаточно полноценную, с точки зрения психологии, возможность отдыха на лоне природы или даже путешествий по любым городам планеты.

Однако при всех «плюсах» нужно видеть в виртуальной реальности не только безусловное благо. Как и многие нововведения современной цивилизации, системы VR при бездумном и безответственном использовании могут принести вполне реальный вред конкретным пользователям и всему обществу в целом.

Первая и наиболее очевидная трудность – чисто технического плана. Как показывает практика, компьютеры (точнее, разработчики интегральных схем и программисты) ошибаются довольно часто и

нередко с достаточно серьезными последствиями. А к чему может привести подобная ошибка в системе виртуальной реальности, например, при проведении «компьютеризированной» хирургической операции – ясно без особых фантазий.

Вторая проблема также достаточно очевидна: пока «виртуанавт» находится в виртуальном пространстве, он порой забывает, что его бренное тело по-прежнему обретается в мире реальном. Вот характерный пример: в одном из магазинов Москвы, торгующих аппаратным обеспечением для VR, во время демонстрации компьютерной игры одного из особо азартных клиентов «поймали» уже рядом со стеклянным стеллажом-витриной. Скажете: дома витрин нет? Вот обратный пример, тоже, что называется, списанный с натуры. Один паренек купил для своего домашнего компьютера шлем виртуальной реальности, подключил и запустил игру «Ледовое побоище». Азартно сражаясь с тевтонскими рыцарями, незадачливый воин догадался снять шлем (почувствовав, что соединяющий его с компьютером кабель оказался натянут до предела), будучи уже на балконе и не заметив, как там оказался. Или вот еще один рассказ, опубликованный в одной из еженедельных газет: после трехдневной «запойной» игры в одолженном у приятеля VR-шлеме некто имярек, сняв этот шлем, забыл, что в реальном мире недостаточно лишь дернуть головой в сторону, чтобы обойти препятствие, и в результате на первых же шагах по комнате врезался в шкаф.



...пока «виртуанавт» находится в виртуальном пространстве, он порой забывает, что его бренное тело по-прежнему обретается в мире реальном.

Конечно, азартные игры и сами по себе не слишком полезный способ времяпровождения, но то же, по сути, остается справедливым и при серьезной работе. Так что, того и гляди, придется прибегнуть к привинченным к полу креслам (с пристегиванием рук к подлокотникам), а при наличии полного «чувствительного комбинезона» – и подвешивать «виртуанавта» под потолком на манер Корк-Айлендских «воздушных компенсаторов» (из романа С. Павлова «Лунная радуга»).

И наконец, главная проблема – влияние виртуальной реальности на психологию пользователя. Создаваемый компьютером искусственный мир, которым пользователь может управлять по своему желанию, так и приглашает в себя всех «неудачников», у кого хоть что-то не получается в реальном мире (а кто может похвастать тем, что ему удается в жизни абсолютно все?). И разве не тот же «заветный» уход от действительности дают наркотики или алкоголь? Конечно, не хотелось бы пугать читателя мрачной перспективой создания отрядов «виртуальных спасателей», которые должны будут по сети входить в «чужой» виртуальный мир и силой «вытаскивать» оттуда отдельных «виртуаманов», или открытия при бывшем «заведении имени Кащенко» соответствующего отделения «под эгидой доктора Веба», но такая возможность весьма и весьма реальна!

Разумеется, сказанное вовсе не следует понимать как призыв к запрету использования систем виртуальной реальности. Ведь никто, скажем, не собирается отказываться от удобного автомобиля в пользу прежней медлительной и относительно безопасной лошадки, хотя ежегодно ДТП унесут сотни человеческих жизней. Но обеспечить должный контроль за использованием этой небезопасной «игрушки» явно необходимо. Думается, что системы виртуальной реальности высокой мощности (обеспечивающие ощущения пользователя, практически неотличимые от реальных) нужно устанавливать только в специально оснащенных центрах – «реалитронах» под контролем если не спецперсонала, то хотя бы оператора, всегда находящегося в пространстве реальном. А может быть, потребуются и регламентировать допуск в «виртуальный мир» для каждого пользователя в отдельности, на индивидуально установленное для каждого время.

Одним словом, не нужно бояться виртуальной реальности, но нельзя и видеть в ней безусловное благо. С появлением высокоразвитых систем VR человечество входит в принципиально новую фазу существования, как если бы произошло открытие способа перемещения в предсказанные фантастами параллельные миры, – и к этому следует относиться не как к первоапрельской шутке.



*Усенков Дмитрий Юрьевич,
старший научный сотрудник
Института информатизации
образования Российской академии
образования, г. Москва.*