

## ФЕНОМЕН ПРИСУТСТВИЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕШЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЗАДАЧ В СРЕДАХ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

**Н.В. АВЕРБУХ, А.А. ЩЕРБИНИН**



Авербук Наталья Владимировна — аспирант Института психологии ФГАОУ ВПО Российского профессионально-педагогического университета (Екатеринбург).  
Контакты: NataAV@olympus.ru



Щербинин Александр Александрович — ассистент Института математики и компьютерных наук ФГАОУ ВПО Уральского федерального университета (Екатеринбург).  
Контакты: alex.scherbinin@gmail.com

---

### Резюме

*У пользователей специализированных программных систем (ученых и специалистов различного профиля) не всегда есть возможность и желание приспособиться к сложному интерфейсу программы. Особенно важен вопрос человеческого фактора при работе с виртуальной реальностью. Эта статья посвящена изучению особенностей взаимодействия пользователя с виртуальной реальностью, состояния присутствия, его влиянию на способности пользователя решать задачи на пространственное преобразование (тест «кубики Коса»).*

**Ключевые слова:** виртуальная реальность, присутствие, человеческий фактор.

---

При проектировании специализированных и персонализированных программных систем вопрос человеческого фактора выходит на первый план. У ученых и специалистов не всегда есть возможность и желание приспосабливаться к сложному интерфейсу программы. Есть настоятельная потребность в том, чтобы интерфейс программы был разработан максимально удобно для пользователя (Авербух и др., 2005). Достаточно остро вопрос человеческого фактора встает при работе с виртуальной реальностью, где на привычные проблемы взаимодействия со специализированной системой накладываются проблемы, связанные с устройствами, генерирующими изображение, с ориентацией в проектируемом трехмерном пространстве, со взаимодействием с визуальными объектами, а также особое, характерное только для виртуальной реальности состояние — *присутствие*.

Под *виртуальной реальностью* на сегодняшний день понимается генерируемая компьютером среда, создающая иллюзию нахождения пользователя в предлагаемом программной системой мире (Huang, Alessi, 1999). Мы будем рассматривать в качестве **среды виртуальной реальности** сочетание технических и программных средств, создающих объемное изображение, с которым может взаимодействовать пользователь.

На сегодняшний день виртуальная реальность находит множество практических применений, в частности, в экспериментальной психологии, в клинической психологии, в образовании и во многих других областях человеческой жизни (Авербух,

Щербинин, 2008; Зинченко и др., 2010a, b).

Основным фактором, определяющим виртуальную реальность в отличие от объемной компьютерной графики, является состояние *присутствия*, которое большинством авторов характеризуется как ощущение пребывания в другом мире, отличающееся от обычного для компьютерной графики наблюдения за картинкой на экране (Fencott, 1999; Huang et al., 1998; Insko, 2003; Stanney, Salvendy, 1998). Виртуальной реальности и специфическим состояниям, возникающим при взаимодействии с ней, посвящено множество статей как за рубежом, так и в нашей стране. Наиболее полные обзоры можно найти в ряде статей (Авербух, 2010; Зинченко и др., 2010a, b). Нами было представлено (Авербух, 2010) понимание основных понятий, таких как присутствие, погружение, вовлеченность, киберболезнь и др., а также методов изучения присутствия и факторов, влияющих на появление присутствия (изоляция от внешней среды, естественные формы взаимодействия и др.) или препятствующих этому. Существенным является вопрос относительно методов измерения присутствия. Традиционно предлагаются *поведенческий*, основанный на наблюдении за поведением пользователя виртуальной среды, *физиологический*, основанный на изучении физиологических показателей (таких как ЭЭГ, ЧСС, КГР и др.), и *субъективный*, предполагающий фиксацию субъективных переживаний, методы исследования. Наиболее часто упоминается в литературе опросник Витмера и Сингера (Witmer, Singer,

1998), вопросы в нем построены с учетом факторов, вызывающих состояние присутствия. Мы воспользовались этим опросником для измерения присутствия у испытуемых, работающих в условиях виртуальной реальности.

С точки зрения изучения феномена присутствия, наиболее прозрачными являются ситуации применения виртуальной реальности в обучающих целях, когда среда виртуальной реальности используется в качестве тренажера, на котором отрабатываются необходимые в реальной деятельности навыки. В этом случае наиболее эффективными системами являются те, способ взаимодействия которых с предъявляемыми объектами копирует взаимодействие с ними в настоящих машинах и устройствах (управление автомобилем, самолетом, тренировка космонавтов и т.п.). Задача разработчика заключается в приближении проектируемой среды, способов управления и навигации к реальной среде и реальным способам взаимодействия с ней. В тех же случаях, когда виртуальная реальность используется для того, чтобы сделать трехмерную визуализацию абстрактной модели, перед разработчиком встает задача заново придумать и спроектировать образность и способы взаимодействия, причем никакой опыт деятельности в реальном мире не служит основой деятельности в абстрактных пространствах и манипуляций с объектами этих абстрактных моделей.

Различие между виртуальной реальностью-тренажером и виртуальной реальностью-моделью состоит в том, что при работе с визуализированной абстрактной моделью

пользователю необходимо решить некоторую стоящую перед ним научную проблему, провести анализ и интерпретацию большого объема данных, полученных в результате работы сложной компьютерной программы. Речь идет об интеллектуальной работе с абстрактными образами в средах виртуальной реальности.

Отдельно стоит вопрос о влиянии *присутствия* на выполнение мыслительной деятельности. Не отвлечет ли новое состояние от задачи? Достижимо ли присутствие как таковое при работе с абстрактными образами? Сможет ли пользователь взаимодействовать со средой, если у него не будет субъективного ощущения пребывания в ней? Фактически ставится вопрос о взаимном влиянии присутствия и интеллектуальной деятельности по обработке представленной информации: могут ли они протекать одновременно, будет ли одно усиливать другое или мешать, препятствовать решению задач (Pettifer, 1999; Slater, 1999)?

С этой задачей смыкается вопрос о влиянии среды виртуальной реальности на мыслительную деятельность, ответ на который позволяет отделить воздействие психологических эффектов от воздействия чисто технических средств. Поэтому прежде задачи изучения присутствия мы ставим перед собой задачу изучения влияния виртуальной реальности на решение интеллектуальных задач.

В связи с этим первоначальная цель, которую мы ставим в данной работе, — изучить влияние виртуальной реальности и состояния присутствия на решение интеллектуальных заданий.

Данная цель предполагает решение ряда **задач**:

1. Определить влияние виртуальной реальности на скорость и правильность решения предложенного теста.

2. Определить наличие *присутствия* во время работы с предложенной средой виртуальной реальности.

3. Обрисовать круг вопросов, связанных с взаимодействием с виртуальной реальностью, которые необходимо задавать испытуемому для максимально полного отчета о впечатлениях.

4. Определить влияние присутствия на скорость и правильность решения предложенного теста.

Анализ литературы позволяет выдвинуть ряд предположений:

1. Работа в среде виртуальной реальности оказывает влияние на выполнение умственной работы (решение интеллектуального теста): ускоряет или замедляет решение.

2. Выполнение задания в среде виртуальной реальности на базе стереоскопических очков вызывает у пользователя состояние присутствия.

3. Переживание человеком состояния присутствия вызывает изменения в его поведении, связанные с предлагаемой средой виртуальной реальности.

4. Состояние присутствия оказывает влияние на выполнение умственной работы: ускоряет или замедляет решение.

### Методика

В соответствии с поставленной целью мы разработали методику, в которой испытуемым предлагалась задача на пространственное преобразование объекта. Для этого использовался тест «кубики Коса» — субтест в

интеллектуальном тесте Векслера. Тест «кубики Коса» позволяет тестировать восприятие, моторику, зрительно-моторную координацию, пространственные представления и эвристические способности, оценивать способность к выполнению основных мыслительных операций: сравнение, анализ и синтез (Филимоненко, Тимофеев, 2004).

Тест «кубики Коса» был реализован в виде компьютерной программы, которая выводит тестовые задания и изображение кубиков на экран персонального компьютера или на стереоочки Emagin Visor Z800, поддерживающие разрешение 800\*600 пикселей.

Программа, реализующая тест, была написана с использованием C++ (Visual Studio 2003) и библиотеки OpenGL, которая обеспечила одновременную поддержку как привычной трехмерной графики на экране компьютера, так и работы со средой виртуальной реальности с помощью стереоочков. В последнем случае осуществляется разделение выводимого изображения на два канала, предназначенных для левого и правого глаза. При этом каждое из изображений получается с помощью сдвига виртуальной «камеры» влево или вправо, за счет чего каждый глаз видит картинку такой, какой она была бы, если бы человек действительно находился в виртуальной реальности, т.е. в том мире, который ему показан с помощью очков. Возникающий стереоэффект позволяет ощутить объемность предметов.

Работа с программой состоит из двух серий — тренировочной, предназначенной для овладения способами управления, и основной. Каждая

серия сопровождается подробной инструкцией, объясняющей испытуемым суть задания.

Тренировочная серия включает четыре задания. В первом из них испытуемым дается возможность потренироваться в управлении кубиком: его перемещении и повороте. Далее следуют три задания, в которых испытуемому предлагается выложить предложенный узор из верхних граней кубиков. В тренировочной программе использовались разноцветные кубики с двумя красными, двумя синими и двумя зелеными гранями. В двух заданиях предлагается сложить узор из четырех кубиков, а в последнем задании — из девяти. В каждом задании испытуемым предъявляется изображение виртуальной комнаты, в которой стоит стол. На столе изображается карточка с узором, который требуется сложить из кубиков, в углу стола — первый кубик, который испытуемый может поставить на выбранное им для выкладывания узора место. После того как испытуемый поставит кубик на выбранное место, в углу стола появится следующий, и так до тех пор, пока все кубики не будут выставлены. После этого на дальнем краю стола появится кнопка с надписью «далее». Если испытуемый уверен в правильности решения задачи, перед ним появляется карточка со следующим заданием и первым кубиком для его выполнения.

Управление кубиками осуществляется при помощи мыши: предъявляется кубическая «ловушка», позволяющая захватывать кубик и перемещать его требуемым образом. Тренировочная серия помогает освоиться с управлением, перемещением и поворотами

кубиков, а также изменением угла зрения на изображаемые объекты. В тренировочной серии не фиксируются ни время, ни правильность выполнения задания, она предназначена только для освоения испытуемыми способов управления кубиками.

Основная серия представляет собой реализацию теста «кубики Коса». Задача испытуемых заключается в выполнении десяти заданий на составление узора из верхних граней красно-белых кубиков, из них шесть заданий на составление узора из четырех кубиков и четыре задания на составление узора из девяти кубиков. Последнее задание на составление узора из девяти кубиков (десятое в общем ряду) отличается от предыдущих тем, что образец повернут на  $45^\circ$ , тогда как кубики можно устанавливать только параллельно краю стола, при этом ни образец, ни стол повернуть нельзя. От испытуемых требуется осознать, что выложенный ими в итоге узор будет повернут относительно образца, и, совершая мысленное вращение, выполнить задание.

В эксперименте приняли участие 74 человека, из них 42 женщины и 32 мужчины. На основании результатов пилотажного исследования (Авербух, Щербинин, 2010) мы отказались от использования одной и той же группы испытуемых в экспериментальных (стереочки) и контрольных (экран) условиях. Поэтому часть испытуемых — 35 человек (20 женщин, 15 мужчин) — вошли в контрольную группу, выполнявшую тест на экране компьютера, на котором было установлено разрешение  $800*600$  пикселей — такое же, как на стереочках. Оставшиеся 39 человек (22 женщины, 17 мужчин) выполняли

тест в стереочках. При этом не менялось ни содержание заданий, ни способ, ни последовательность их предъявления.

Перед выполнением теста и основной (на стереочках), и контрольной (на экране) группам испытуемых предлагалось заполнить анкету с вопросами относительно пола, возраста, уровня образования, специальности, компьютерной грамотности, знания языков программирования и знакомства с виртуальной реальностью.

Во время прохождения теста у испытуемых и основной, и контрольной групп фиксировалось время выполнения заданий, правильность/неправильность решения, а также велось наблюдение за ходом решения.

После выполнения теста испытуемым предлагалось заполнить опросник присутствия (Witmer, Singer, 1998). Испытуемых основной группы просили также дать устный самоотчет. Самоотчет проводился в свободной форме, испытуемых просили высказать свои впечатления («опишите свои впечатления»). После того как испытуемый описывал свои впечатления, задавались вопросы относительно переживания испытуемыми ощущения присутствия (например: «возникло ли у Вас впечатление, что кубики, с которыми Вы работали, реальные?», «создавалось ли во время работы ощущение, что Вы находитесь там, в одной среде с кубиками?»).

## Результаты и обсуждение

### *Результаты выполнения теста «кубики Коса»*

В первую очередь рассмотрим результаты теста «кубики Коса» и

влияние на них средства вывода информации, а также определимся с основными параметрами сравнения.

Были выбраны такие очевидные параметры, как время решения задания, наличие или отсутствие ошибок при решении, способность или неспособность решить последнее (усложненное) задание и, по результатам наблюдения, пути решения этого задания. По нашим предположениям, влияние среды виртуальной реальности обнаружится, если между экспериментальной и контрольной группами будут найдены достоверные различия по этим параметрам.

Под ошибками мы понимаем такие решения, при которых испытуемый выкладывает узор, в целом похожий на образец, но не тождественный ему, а в случае с десятым заданием — выкладывание предложенного на карточке рисунка, повернутого более чем на 45°. Отдельно от ошибок мы обозначаем «отказы» — ситуации, когда испытуемый отказывался от продолжения попыток решения. Очевидно, нельзя искать различия по времени, прежде чем из выборки не будут удалены результаты этих неудачных попыток.

Значимость различий по частоте ошибок и отказов между экспериментальной и контрольной группами проверялась с помощью углового преобразования Фишера. В результате не обнаружено различий по частоте отказов, но найдены различия по частоте ошибок. Среди первых девяти относительно простых заданий явные преимущества обнаружены у контрольной группы (ниже процент ошибок в шестом и девятом задании, в остальных различий не обнаружено).

В **десятом** задании у контрольной группы процент ошибок, напротив, значимо выше.

Кажущееся противоречие объясняется, на наш взгляд, тем, что при выполнении первых девяти сравнительно легких заданий испытуемые экспериментальной группы отвлекались на непривычные условия виртуальной среды и наличие стереоскопических очков, тогда как испытуемых в контрольной группе ничего не отвлекало. Из-за рассеивания внимания на непривычное средство вывода информации они и допускали ошибки. Контрольная группа не испытывала таких трудностей, так как выполняла тест в привычных условиях на экране компьютера. На последнем задании, которое требовало от испытуемых пространственного воображения и операций мысленного вращения, очевидно, испытуемые сосредотачивали свое внимание на решении, и в этих случаях стереоскопические очки, создавая иллюзию объемного изображения, положительно влияли на правильность решения.

От анализа ошибок перейдем к анализу результатов по времени. Мы сравнивали между собой как результаты первых девяти заданий, решенных всеми испытуемыми, так и результаты выполнения всего теста и отдельно — последнего задания, решенного 57 испытуемыми, из которых 28 человек в основной группе и 29 человек в контрольной группе. Так как все полученные распределения отличаются от нормального, сравнение проводилось при помощи критерия Манна—Уитни. Мы не обнаружили значимых различий и на этом основании отвергли гипотезу о

влиянии средства вывода информации на время решения теста.

Возникает, однако, вопрос, чем были вызваны «отказы» при выполнении десятого задания. Поскольку не найдено различий между процентной долей отказов при выполнении десятого задания у экспериментальной и у контрольной групп, мы предполагаем, что «отказы» связаны не столько со средством вывода информации, сколько с индивидуальными особенностями испытуемых, которые могут быть отражены в различиях по времени решения первых девяти заданий. Для проверки этого предположения сравнивались результаты по первым девяти заданиям между испытуемыми, решившими десятое задание, и испытуемыми, не решившими десятого задания. Как для экспериментальной и контрольной групп, так и для выборки в целом были установлены статистически значимые различия по времени выполнения первых девяти заданий между решившими и не решившими десятое задание.

Таким образом, можно считать доказанным, что «отказы» при решении десятого задания связаны не со средством вывода информации, а с индивидуальными особенностями выполнения теста испытуемыми.

При наблюдении за ходом решения последнего задания мы обратили внимание на то, что некоторые испытуемые, которые проходили тест особенно медленно (по причине сложности для них управления либо в силу иных не известных нам причин), решали десятое задание без ошибок, с самого начала выстраивая нужный рисунок. Другие испытуемые, легко освоив управление и выполняя задания с большой скоростью, допускали

в ходе решения десятого задания ошибки (впоследствии исправленные) и приходили к решению только со второй или третьей попытки. Исходя из этого, мы сосредоточили внимание на различиях между экспериментальной и контрольной группами по способу решения десятого задания. В результате анализа наблюдений за ходом его решения и автоматически снимаемого протокола выяснилось, что способы решения испытуемыми десятого задания позволяют выделить несколько групп соответственно предпринимаемым стратегиям решения. Среди этих стратегий особенный интерес вызывает «мгновенное решение», когда испытуемый сразу выкладывает требуемый узор, практически не допуская при этом ошибок.

Кроме того, выделены три «неудачные» стратегии, связанные с неспособностью найти решение последнего задания и отказом от дальнейших поисков. В этих ситуациях испытуемые 1) безуспешно пытались сложить узор из 16 (или 25) кубиков, или 2) выкладывали кубики наугад и пытались «ощупью» найти правильный ответ, или 3) отказывались от решения, едва увидев задание (по одному такому случаю в каждой группе).

Воспользовавшись угловым преобразованием Фишера, мы сравнили частоту появления всех найденных нами стратегий в обеих группах и нашли различия только в группе придерживающихся второй стратегии «отказов», названной нами «неудачное хаотическое решение».

Таким образом, стратегии решения десятого задания в двух группах отличаются друг от друга; в экспери-

ментальной группе мы наблюдаем худший результат, чем в контрольной. Предварительно это можно объяснить качеством изображения в стереочках: в них белые участки рисунка сливались с фоном, создавая неверную картину. Решающие на экране могли компенсировать это, поворачиваясь и глядя на изображение под разным углом, тем самым меняя контрастность рисунка, а при работе в стереочках это невозможно. Итак, возможной причиной могут быть названы особенности вывода изображения в стереочках: по нашему предположению, это должно учитываться при проектировании визуальных систем.

#### *Исследование присутствия и его влияния на выполнение задания*

Присутствие изучалось нами на основании субъективных самоотчетов, сделанных испытуемыми экспериментальной группы, и предложенного Б. Витмером и М. Сингером опросника присутствия, «Presence Questionnaire», далее «PQ» (Witmer, Singer, 1998), который заполняли испытуемые обеих групп. PQ состоит из 28 вопросов, в которых испытуемый выставляет значение признака (например, отвлечение в ходе работы на события, не относящиеся к работе) от минимального до максимального проявления, что переводится компьютером в шкалу от 0 до 100. Таким образом, диапазон суммарного результата по опроснику содержит значения от 0 до 2800. С помощью опросника количественно оценивается величина (степень) присутствия в условиях виртуальной реальности.

В ходе субъективных самоотчетов 15 из 39 человек экспериментальной группы (5 мужчин и 10 женщин) сообщили о переживании состояния присутствия («будто я там, в одном мире с кубиками», «будто кубики реальны», «хотелось потрогать, казались, что можно переставлять руками» и т.п.).

Однако измеряет ли опросник PQ то состояние, которое субъективно оценивается пользователем как присутствие в виртуальном мире? Это покажет связь (или ее отсутствие) между устным указанием на переживание присутствия испытуемыми экспериментальной группы и результатами по опроснику PQ. Предполагалось, что при наличии связи между устным самоотчетом и результатами по опроснику PQ группа испытуемых, указавших на переживание феномена присутствия, получит значимо более высокие результаты, чем группа испытуемых, не указавших на переживание ими феномена присутствия. Поэтому по критерию Манна–Уитни сравнивались между собой ответы на вопросы опросника испытуемых, указавших на переживание ими присутствия (15 человек из 39), и испытуемых, не указавших этого (24 человека из 39). Результаты сравнения показали наличие значимой разницы ( $U_{\text{эмп}} = 90$ ,  $U_{\text{кр}} = 98$  при  $p < 0.01$ ) по результатам опросника PQ между испытуемыми, указавшими и не указавшими на переживание присутствия. Также была рассчитана точечно-бисериальная корреляция и обнаружено наличие связи между указанием испытуемого на переживание им присутствия и результатами опросника PQ ( $r = 0.32$ ,  $r_{\text{кр}} = 0.30$  при  $p < 0.05$ ).

Таким образом, мы можем утверждать, что с помощью опросника PQ в экспериментальной группе измерено именно то состояние, которое субъективно оценивается пользователем как присутствие в виртуальном мире.

Для анализа влияния присутствия на выполнение теста было проведено сравнение результатов субъективного самоотчета и результатов выполнения теста.

При сравнении процентного соотношения различных стратегий решения во всей экспериментальной группе и в подгруппе испытуемых, указавших на присутствие, не были обнаружены значимые различия. Не была обнаружена также корреляция между переживанием состояния присутствия и временем выполнения теста.

Итак, можно сделать вывод, что переживание испытуемыми состояния присутствия не влияло на решение ими теста.

### **О подходе к изучению природы присутствия**

Анализ природы присутствия, проведенный в статье (Авербух, 2010), показывает ценность нейропсихологических исследований, освещенных в работе Ю.П. Зинченко с соавт. (Зинченко и др., 2010а) и подтверждающих специфичность переживаний человека в состоянии присутствия.

Некоторые особенности состояния присутствия наводят на мысль, что природа данного феномена может лежать в области измененных состояний сознания; неоднократно ставился вопрос, нет ли сходства между присутствием и наркотическим

опьянением, нет ли риска привыкания к этому состоянию? Однако, как было показано (Войскунский, Селисская, 2005), несмотря на некоторое сходство, присутствие не обладает основными признаками измененного состояния сознания. Так, например, изменения в мышлении, нарушения произвольного функционирования, крайние эмоциональные состояния, гипервнушаемость и т.п. не характерны для большинства случаев переживания состояния присутствия.

Как было показано (Авербух, 2010), присутствие, так или иначе, сводится к определению «быть там», и, на наш взгляд, это единственно верный критерий данного состояния. Поэтому представляется правильным использовать, в первую очередь, субъективный метод, поскольку никто, кроме самого человека, не может сказать, где именно он себя ощущал. Объективные методы, таким образом, носят характер вспомогательных, подтверждающих самонаблюдение испытуемого.

В качестве одного из таких субъективных методов нами использовался опросник, предложенный Б. Витмером и М. Сингером (Witmer, Singer, 1998). Напомним, что он состоит из 28 вопросов и направлен на выявление и количественную оценку степени присутствия. Авторы указывают, что конструктивная валидность доказывается высокой корреляцией между результатами опросника и теми переменными, с которыми они должны коррелировать, например, выполнением задачи.

Мы полагаем, что предложенный Б. Витмером и М. Сингером опросник на самом деле измеряет присут-

ствие на основании того, что между ответами на прямой вопрос «ощущали ли Вы, что находитесь там, в одном мире с тем, что видите» и результатами опросника обнаружена положительная корреляция. Также мы проверили его согласованность, она оказалась на хорошем, хотя и не идеальном уровне. Однако этот опросник обладает рядом существенных недостатков, которые ограничивают его применимость и ставят под сомнение его валидность.

Во-первых, основой для опросника являются теоретически выделенные факторы, исходя из которых были разработаны конкретные вопросы. Но результаты наших исследований, равно как и полученные самими авторами результаты, при проведении кластерного анализа дают иной набор кластеров, по некоторым вопросам фундаментально не совпадающий с теоретическим обоснованием. Так, например, теоретический фактор контроля на практике разросся, вобрав в себя элементы сенсорного фактора, и превратился в кластер «контроль/вовлеченность». Поэтому логично предположить, что на самом деле ключевым моментом является вовлеченность в события, а контроль за этими событиями выступает как ее часть. Аналогичным образом перераспределяются вопросы и между другими факторами.

Второй обнаруженный нами недостаток заключается в том, что сам по себе опросник не является универсальным инструментом. К примеру, вопросы, касающиеся слуха и осязания, не имеют смысла в том случае, если среда не предполагает слуховой и тактильной стимуляции, а вопросы относительно управления и манипуляции

объектами (например, «насколько хорошо Вы могли манипулировать объектами в среде виртуальной реальности?») бессмысленны, если испытуемый являлся пассивным наблюдателем. В результате выявленные нами кластеры отличались и от кластеров, полученных на практике Б. Витмером и М. Сингером, главным образом по вопросам приведенных выше типов. Все это значительно затрудняет сравнение результатов даже для двух аналогичных сред виртуальной реальности.

Таким образом, с одной стороны, нуждается в усовершенствовании метод исследования присутствия, с другой стороны, уточнения требуют теоретическое обоснование и классификация факторов присутствия.

В связи с этим мы предлагаем свой вариант исследования присутствия: не опросник, который пришлось бы модифицировать от случая к случаю, а интервью, в котором заранее задано лишь общее направление вопросов. Сами вопросы нашего интервью зависят от среды, от поведения испытуемого, от задания, которое он выполнял в среде, и от уже сказанного им как во время работы с виртуальной средой, так и в ходе интервью. Мы проанализировали отчеты испытуемых после выполнения теста в стереочках и ознакомления с предложенными обоим группам демонстрационными роликами, а также рассказы о просмотре 3D-кинофильмов. Анализ был дополнен нашими собственными впечатлениями от просмотра кинофильмов и от ознакомления с CAVE-системой. Итогом стало убеждение, что целесообразно проводить не количественное, а качественное исследование состоя-

ния присутствия, что избавляет от необходимости связывать данный малоизученный феномен с другими, часто тоже малоизученными состояниями, равно как искать количественные показатели фактически неизвестных объектов и понятий.

Типы (уровни) присутствия, на основе которых мы полагаем целесообразным базировать опрос-интервью, подробно описаны в нашей статье (Авербух, 2010). Однако предварительные итоги осуществленного нами анализа побудили нас переформулировать описания этих типов. Так, например, к **средовому** присутствию мы предлагаем отнести переживания, при которых для человека характерно представление о возможности взаимодействия со средой. Сюда относятся случаи, когда человек опасается удара о ветки, если пролетает близко от дерева, или ожидание ощутить порыв ветра в лицо, или желание прикоснуться к объектам виртуальной реальности, как к реальным, попытки взять их в руки. К **социальному** присутствию мы относим случаи, когда человек предполагает наличие других лиц в одной с ним виртуальной среде. К **личностному** присутствию, которое считается самым глубоким уровнем состояния присутствия, мы относим такие переживания, когда человек встраивает себя в виртуальную среду на уровне воспоминаний, представляя себе предысторию своего появления в виртуальном мире и опыт своего поведения в нем.

Очевидно, человек может ощущать себя встроенным в среду, пытаться прикоснуться к тому или иному объекту, закрывать руками лицо в ожидании столкновения, но при этом

не достраивать воспоминаний, не придумывать предыстории. Столь же очевидно, что если виртуальная среда не предоставляет возможности взаимодействия с другими людьми, то о социальном присутствии говорить не приходится. Мы постарались учесть эти соображения в интервью, разбив вопросы на несколько групп, соответствующих типам присутствия.

Первую группу можно обозначить как **средовую**, она, в свою очередь, распадается на впечатления, полученные от среды, на ожидания, вызванные ею (хотелось ли потрогать предметы, боялись ли столкновения и т.п.), и на самоощущение во время взаимодействия со средой (где были вы сами).

Вторая группа вопросов может быть обозначена как **социальная**, и в этой части интервью испытуемого следует расспрашивать относительно других участников виртуальной среды, если таковые были, а также об экспериментаторах и о техническом персонале, если они присутствовали в помещении. Цель таких вопросов — выяснить, усиливается ли для испытуемого ощущение «реальности» виртуальной среды при наличии в ней других людей, или это препятствует ему ощущать себя «там»; возможно, такое сопresутствие игнорируется как лишнее для взаимодействия со средой.

Третья группа вопросов касается **личностного** присутствия, в ней предлагается расспрашивать, кем именно ощущает себя испытуемый в виртуальной реальности. Предположительно он может ассоциировать себя с персонажем, предложенным конкретной системой, или придумывать

что-то иное, а может и оставаться самим собой; в последнем случае стоит поинтересоваться, помнит ли он, каким образом и почему оказался в этой среде.

Для выявления факторов, влияющих на переживание присутствия, требуется среда, насыщенная разнообразными объектами и возможностью перемещения в ней. Нами была выбрана популярная игра Grand Theft Auto: San-Andreas, в которой имеется достаточно богатый игровой мир с возможностью летать на вертолете, демонстрируя умеренно-реалистичное «поведение». К этой игре была установлена модификация Multi Theft Auto — в числе прочих нововведений она позволяет создавать разные сценарии на базе игры.

Испытуемые (18 человек, уже ознакомленные с виртуальной реальностью и стереоскопическими очками в ходе основной части эксперимента) получали возможность летать над городом, лесом и озером в условиях слабой облачности в масштабе времени 1 час = 1 мин., начиная с полудня и заканчивая десятью часами вечера (итого, время пребывания в виртуальной реальности занимало не более 10 минут). При этом они видели мир «от первого лица», т.е. им показывался не вертолет, а вид из его кабины. В качестве контроллера использовался usb-джойстик Thrust-Master Top Gun Fox 2 Pro. Испытуемым предлагалось участвовать в двух сериях с небольшим перерывом между ними. В одной серии они управляли вертолетом сами, а в другой вертолетом управлял оператор, причем наряду с пребыванием в качестве пассивных наблюдателей испытуемым предлагалось также отдавать

устные команды, соответственно которым оператор направлял вертолет. Никаких заданий, кроме наблюдения, испытуемым не давалось.

Целью этой части исследования было получение описаний переживаний испытуемых в виртуальной реальности и апробация метода исследования присутствия.

С учетом использованной в исследовании среды вопросы были сформулированы следующим образом:

1. Опишите Ваши ощущения и впечатления.

2. Какое у Вас настроение после «полета»?

3. Было ли ощущение полета, насколько оно было реально?

4. Было ли ожидание столкновения?

5. Был ли страх столкновения?

6. Было ли желание исследовать увиденное?

7. Были ли другие желания и ожидания, связанные со средой?

8. Где ощущали себя: в воздухе, в вертолете, в комнате (где проходило исследование), одновременно в комнате и в вертолете?

9. Кто, по вашему мнению, управлял вертолетом (в случаях, когда вертолетом управлял оператор)?

Варианты: оператор, персонаж среды, вертолет управлялся сам собой.

10. Как воспринимался оператор, управляющий полетом?

Варианты: участник среды, человек из другого (реального) мира, управляющий оттуда вертолетом, инструмент, не задумывались.

11. Где, по Вашему мнению, был экспериментатор (или экспериментатор вместе с оператором) в случае самостоятельного полета? Рядом с

вами в вертолете? Рядом с Вами в комнате? Вы не думали о них? Их, по вашему мнению, вовсе не было?

12. Кем Вы ощущали себя: персонажем игры, другим человеком (опишите), самим собой?..

13. Помнили ли Вы, как оказались в воздухе?

14. Было ли у Вас ощущение присутствия? В какой серии больше — в пассивной, где Вы наблюдали за своим полетом, или в активной, где управляли сами?

Следует отметить, что в каждом конкретном случае вопросы формулировались с учетом поведения испытуемого, наблюдения за его реакциями. Первые два вопроса мы предлагали для того, чтобы испытуемые могли поделиться своими впечатлениями, высказать то, что их больше всего волнует в данный момент, а потом переходить к наиболее интересным для нас пунктам. Обычно ответы были скорее эмоционального характера, сводились к восклицаниям «Круто!», «Классно!», «Понравилось!», «Тоже хочу вертолет!» и т.п. Были и менее восторженные ответы: испытуемые жаловались на усталость, сложности с управлением, невозможность заглянуть за угол, расхождение между зрительной и вестибулярной чувствительностью. Однако в общем можно сказать, что полет в виртуальной среде вызвал интерес.

Третий вопрос касался реалистичности и позволял соотнести впечатления, полученные от виртуальной среды, с впечатлениями от реального мира. Часть испытуемых не имели опыта полетов и могли сравнивать только с полетами во сне, одному человеку полет показался похожим

скорее на плавание, большинство (10 из 18) указали, что полет показался им похожим на полет в реальном мире. Были и такие испытуемые, которые нашли полет в виртуальной среде даже более реалистичным, чем в настоящем самолете, так как пассажирский самолет не предоставляет такого обзора.

С четвертого вопроса начинаются пункты, касающиеся напрямую присутствия. С 4 по 8 идут средовые вопросы, из которых 4–7 касаются впечатлений, полученных от среды, а 8 — самоощущения во время взаимодействия со средой. Эти вопросы уточнялись на основании наблюдений за испытуемыми: «Какие эмоции у Вас вызывало ожидаемое столкновение?», «Когда Вы чуть не столкнулись со стеной, что вы при этом ощутили: страх, опасение санкций за ошибку и т.п.?»

Ответы испытуемых варьировались от убеждения, что они видят перед собой «картинку» или «мир игры», до уверенности, что о деревья можно стукнуться, а в озере плавать. При этом интересно, что испытуемые по-разному реагировали на опасность (которой то и дело подвергались) столкновения со зданиями, деревьями или землей. Например, для испытуемой, описавшей свое присутствие в виртуальной реальности как чрезвычайно высокое (описание во многом соответствует измененному состоянию сознания), столкновение было способом исследовать мир, «пощупать вертолетом, раз нельзя руками». Другие, по их словам, ощущали себя скорее в комнате, где проводилось исследование, нежели в воздухе над городом или в вертолете, но при виде приближающейся стены вздрагивали и пытались увернуться.

Вопросы с 9 по 11 касались социального присутствия. В нашем исследовании другие субъекты виртуальной среды были представлены не визуально, а функционально (оператор, управляющий полетом в половине серий). Несмотря на то что нашим испытуемым было прекрасно известно о наличии оператора, а некоторые даже отдавали ему команды, часть испытуемых утверждала, что вертолет в пассивной серии летал сам по себе, управляемый «механизмом типа карусели». Другие инструментом управления считали собственный голос, отдающий команды, и игнорировали человека, которому они были адресованы. Были и испытуемые, которые включали оператора в виртуальную среду, идентифицируя его с пилотом. Неоднократно мы получали ответ «Вы находились рядом со мной, но были в комнате, а я был/была в вертолете над городом».

Вопросы 12 и 13 касались личностного присутствия. В нашем исследовании мы наблюдали ситуации, в которых испытуемые ощущали себя «собой, со всей своей памятью», (т.е. не переживали личностного присутствия), «собой, но без груза привычных переживаний» и даже персонажем виртуальной среды с биографией, отличающейся от биографии самого испытуемого. Лишь в двух случаях мы наблюдали личностное присутствие: испытуемые встраивали себя в виртуальную среду на уровне воспоминаний, представляя себе предысторию своего появления в виртуальном мире, а то и биографию. В одном из них идентификация себя и персонажа была полной, испытуемая могла рассказать нам «свою» биографию, цель полета,

место службы и даже звание персонажа. Вторым случаем было скорее промежуточным, в нем испытуемая придумала предысторию, но до конца убеждать себя в ее достоверности не стала. По нашему мнению, при этом имели место элементы игры в другого человека.

Последний вопрос был предложен как завершающий, и основная его цель — подытожить интервью. Также мы пытались проверить, насколько важна для переживания присутствия собственная активность в виртуальной среде. На обобщающий вопрос только два человека ответили отрицательно, а трое указали, что переживание присутствия было выше во время пассивной, а не активной серии.

Одно из преимуществ предложенной нами методики — способность выявлять плохо формализуемые аспекты присутствия. Например, при проведении интервью многие испытуемые утверждали, что они находились в вертолете, а экспериментаторы были «рядом со мной, в комнате». Кажущаяся парадоксальность данного высказывания часто ускользала от них, а критика появлялась уже после того, как оно было произнесено вслух. И так, состояние присутствия в двух средах одновременно вызывает парадоксальное восприятие их взаимоотношения, которое, тем не менее, кажется самому испытуемому вполне естественным.

Указанное явление хорошо согласуется с понятием «пространственное присутствие», которое определяется как продукт восходящего перцептивного процесса, направленного на то, чтобы устранить противоречие между сигналами из созданного

компьютером мира и реальности и создать впечатление нахождения в виртуальной среде (Lee et al., 2004). В нашем исследовании противоречие не устраняется полностью, и именно по его наличию мы можем определить переживание испытуемым особого состояния. Оно всегда будет сопровождать неполное присутствие, а отсутствие подобного противоречия будет свидетельствовать либо о полном погружении в виртуальную среду, либо о том, что присутствие не возникло.

Этот вид присутствия, практически не выделяемый с помощью стандартизированного опросника, был, однако, легко идентифицирован в ходе интервью. Интересно, что большинство испытуемых не испытывали его в полной мере, лишь одна участница эксперимента «разместила» экспериментаторов «внутри вертолета», т.е. полностью в виртуальной среде.

Можно сказать, что метод интервью доказал свою эффективность и позволил на практике идентифицировать рассматриваемые типы присутствия. Кроме того, он позволил лучше понять динамику процесса, изменение восприятия при возникновении присутствия. Наконец, гибкость этого метода позволяет подстраивать его проведение под конкретную среду виртуальной реальности, проясняя при этом все ключевые для понимания аспекты.

### **Заключение**

Виртуальная реальность, будучи принципиально новой компьютерной средой, воспринимается пользователями иначе, чем привычный интерфейс, рассчитанный на вывод

информации на экран. Взаимодействие с ней нуждается в пристальном изучении со стороны психологов, так как не исключено, что именно психологические факторы влияют если не на эффективность работы в виртуальной реальности, то на готовность взаимодействовать с ней. Как показали результаты нашего исследования, средство вывода информации оказывает влияние на результаты прохождения теста «кубики Коса» не на время, не на правильность (совпадение с образцом) выполнения теста, а на саму способность найти решение сложной задачи. По нашему мнению, это связано с несовершенством стереочков и должно учитываться при разработке специфических для виртуальной реальности программных систем.

Очевидно, среда виртуальной реальности на базе стереоскопических очков может способствовать созданию ощущения присутствия, однако такое ощущение возникает далеко не всегда. Лишь треть испытуемых ощутили эффект присутствия при решении интеллектуальных задач в виртуальной реальности. Предположительно переживание испытуемыми этого состояния (или отсутствие переживания) связано с их индивидуальными качествами; необходимо дополнительное изучение предрасположенности к переживанию присутствия.

Состояние присутствия как таковое не оказало значимого влияния на время и правильность решения теста «кубики Коса». Возможно, переживание состояния присутствия не будет оказывать влияние и на решение других интеллектуальных задач сходного типа и может не приниматься во внимание при проектиро-

вании виртуальных сред, предназначенных для сложной умственной деятельности. С другой стороны, такие среды не подходят для изучения особенностей состояния присутствия.

На основании проведенных исследований мы предполагаем, что при изучении состояния присутствия преждевременно опираться на те или иные теоретические модели, объясняющие это состояние. На данном этапе изучения явления нам представляется гораздо более важным как можно более подробно описать его, найти все его характерные особенности, привести все случаи, к нему относящиеся, и все случаи, которые при внешнем сходстве не могут быть названы переживанием состояния присутствия, а в итоге предложить по возможности непротиворечивую классификацию изучаемых явлений. Лишь когда понятие присутствия будет описано достаточно подробно и всякое новое явление можно будет отнести к уже известной категории, тогда, по нашему мнению, можно будет переходить к изучению природы присутствия и причин, приводящих к переживанию этого состояния.

В своем исследовании мы перешли от использования стандартизированных опросников к методу неформального интервью, позволяющему изучить явление в деталях и недоступных формализованным методикам нюансах. Предложенный нами метод исследования позволяет определять не количественные, а качественные ступени переживания присутствия: от отстраненного наблюдения за предлагаемым изображением до полного включения себя в виртуальный мир.

## Литература

- Авербух В.Л., Авербух Н.В., Первалов Д.С., Топорков Д.Н., Топоркова И.В. Постановка проблемы психологического обоснования моделирования пользователей при разработке специализированных визуальных систем // 15-я Международная конференция по компьютерной графике и ее приложениям ГрафиКон'2005, 20–14 июня 2005, Новосибирск: Труды Конференции. Новосибирск: Институт вычислительной математики и математической геофизики, 2005. С. 329–331.
- Авербух Н.В. Психологические аспекты феномена присутствия в виртуальной среде // Вопросы психологии. 2010. № 5. С. 105–113.
- Авербух Н.В., Щербинин А.А. Виртуальная реальность в образовании // Третья международная конференция «Информационно-математические технологии в экономике, технике и образовании», г. Екатеринбург, 20–22 ноября 2008 г.: Тезисы докладов. Екатеринбург, УГТУ-УПИ, 2008. С. 267–268.
- Авербух Н.В., Щербинин А.А. Феномен «присутствия» в виртуальной реальности в контексте интеллектуальной деятельности человека // Седьмая международная научно-методическая конференция «Новые образовательные технологии в вузе (НОТВ – 2010)»: Сборник материалов. Екатеринбург, 2010. Ч. 2. С. 155–157.
- Войскунский А.Е., Селисская М.А. Система реальностей: психология и технология // Вопросы философии. 2005. № 11. С. 119–130.
- Зинченко Ю.П., Меньшикова Г.Я., Баяковский Ю.М., Черноризов А.М., Войскунский А.Е. Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы // Национальный психологический журнал. 2010а. №1 (3). С. 54–62.
- Зинченко Ю.П., Меньшикова Г.Я., Баяковский Ю.М., Черноризов А.М., Войскунский А.Е. Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы // Национальный психологический журнал. 2010б. № 2 (4). С. 64–71.
- Филимоненко Ю.И., Тимофеев В.И. Тест Векслера. Диагностика структуры интеллекта (взрослый вариант): Методическое руководство. СПб.: ГП «ИМАТОН», 2004.
- Fencott C. Content and creativity in virtual environment design // Proceedings of Virtual Systems and Multimedia '99, University of Abertay Dundee. Dundee, Scotland, 1999. P. 308–317.
- Insko B.E. Measuring presence: Subjective, behavioral and physiological methods [Электронный ресурс] // Being there: Concepts, effects and measurement of user presence in synthetic environments / G. Riva, F. Davide, W.A.I. Jsselstein (eds.). Amsterdam: IOS Press, 2003. URL: [http://www.neurovr.org/emerging/book4/4\\_07IN-SKO.PDF](http://www.neurovr.org/emerging/book4/4_07IN-SKO.PDF) (дата обращения: 26.05.2010).
- Huang M.P., Himle J., Beier K., Alessi N.E. Comparing virtual and real worlds for acrophobia treatment // Medicine meets virtual reality: Art science, technology: Healthcare (R)evolution / J.D. Westwood, H.M. Hoffman, D. Stredney, S.J. Weghorst (eds.). Amsterdam: IOS Press, 1998. P. 75–179.
- Huang M.P., Alessi N.E. Presence as an emotional experience // Medicine meets virtual reality: The convergence of physical and informational technologies options for a new era in healthcare / J.D. Westwood, H.M. Hoffman, R.A. Robb, D. Stredney

(eds). Amsterdam: IOS Press, 1999. P. 148–153.

*Lee S., Kim G.J., Rizzo A., Park H.* Formation of spatial presence: By form or content? // Proc. 7th Annual International Workshop on Presence, 2004 / M.A. Raya, B.R. Solaz (eds.). Valencia: Universidad Politécnic de Valencia, 2004. P. 20–27.

*Pettifer S.R.* An operating environment for large scale virtual reality [Электронный ресурс] // A thesis submitted to the University of Manchester for the degree of doctor of philosophy in the faculty of science and engineering. Department of computer science. April 1999. URL: <http://aig.cs.man.ac.uk/>

[publications/papers/srp-phd.pdf](http://publications/papers/srp-phd.pdf) (дата обращения: 26.05.2010).

*Slater M.* Measuring presence: A response to the Witmer and Singer Presence Questionnaire // Presence, Teleoperators and Virtual Environments. 1999. October. 8. 5. 560–565.

*Stanney K., Salvendy G.* Aftereffects and sense of presence in virtual environments: Formulation of a research and development agenda // International Journal of Human-Computer Interaction. 1998. June. 10. 2. 135–187.

*Witmer B.G., Singer M.J.* Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire // Presence. 1998. 7. 3. 225–240.