

НАУКА

УДК 159.937, 159.953.5

Технологии виртуальной реальности: методологические аспекты, достижения и перспективы

Окончание. Начало в №1(3) за 2010 год.

Ю. П. Зинченко, Г. Я. Меньшикова, Ю. М. Баяковский,
А. М. Черноризов, А. Е. Войскунский

- Технологии виртуальной реальности
- Темпоральность трудовой деятельности
- Модульная организация механизмов ахроматического зрения

Виртуальная реальность как эффективное средство развития инновационного образования

Бурное развитие технологий виртуальной реальности (VR) коснулось практически всех сфер деятельности человека. Однако их некоммерческое применение, в частности, в сфере образования весьма ограничено. В настоящее время технологии VR имеют широкое распространение не столько в области собственно образования, сколько в области тренинга определенных навыков, таких, например, как управление транспортными средствами, летательными аппаратами, специальным роботом для хирургических операций, военными орудиями и т. д. Первые виртуальные среды, разработанные американским специалистом в области информационных технологий Дж. Ланье, представляли собой симуляторы для проведения хирургических операций в режиме реального времени (Vrookman, 1996; Частиков, 2002). Виртуальные среды моделировались под конкретные задачи и позволяли

отрабатывать необходимые навыки с минимальными рисками для дальнейшей эксплуатации реального оборудования. Однако необходимо различать задачи тренинга и задачи собственно обучения, включающие процесс усвоения определенного объема знаний.

В сфере среднего, высшего и дополнительного образования широкое использование VR-технологий ограничивается в основном высокой стоимостью как самого оборудования, так и программного обеспечения под конкретные обучающие программы. Тем не менее, VR-технологии имеют ряд очевидных преимуществ перед традиционными средствами обучения, поэтому перспективы их применения вполне оправданы. Хотя исследований в данной области немного и большинство разработок в настоящее время являются экспериментальными, уже выделены ключевые моменты, апеллируя к которым мы можем говорить о сильных сторонах использования VR в образовании: мотивация, контроль, взаимодействие, практичность, интерактивность, пространственная ори-

Работа поддержана грантом «Разработка инновационных методов научно-исследовательской, образовательной и практической деятельности психолога с применением технологий виртуальной реальности» в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009—2013 годы.



ентация, мультисенсорная активность и др. (Roussou et al., 1999; Kaufmann et al., 2006;).

Экспериментально показано, что:

- 1) ВР-технологии по сравнению с традиционными формами обучения оказывают более сильное мотивирующее воздействие (Bricken, 1991). Это воздействие объясняется эффектами погружения и присутствия в происходящем в режиме реального времени (Winn, 1993; Slater and Wilbur, 1997);
- 2) ВР позволяет исследовать такую реальность, которая в иных условиях – в силу ее несопоставимости во времени, пространстве, масштабе и т. п. или по причине безопасности – не может быть исследована. Особенно это касается детей с ограниченными возможностями (Cromby et al., 1995);
- 3) использование технологий ВР на ранних этапах обучения может способствовать одновременно увеличению объема и качества усвоения текущего материала, а также подготовке базы для дальнейшего развития обучающегося (Dede, 1998);
- 4) дети значительно легче, чем взрослые, принимают отвлеченные графические абстракции и овладевают ими (например, воспринимая мультфильмы). Они часто имеют больший опыт ориентации в 3D игровом виртуальном пространстве и использовании возможностей, предоставляемых интерфейсом (Provenzo, 1991).

Как правило, технологии ВР, используемые в образовательных проектах, делятся на три класса по степени выраженности эффекта погружения (иммерсивности) в виртуальную среду. К первому классу относятся программы, представленные на мониторе персонального компьютера, требующие использования специальных очков. Степень погружения здесь минимальна, занятия возможны лишь в индивидуальном порядке, но стоимость данного оборудования наиболее привлекательна для малобюджетных учреждений.

Максимальная степень погружения достигается в системах третьего класса. К ним можно отнести проекционные очки (на которых формируется изображение) с дополнительными аксессуарами типа сенсорной пер-

чатки для получения тактильных ощущений или джойстика для управления собственным движением. Данный вариант системы также используется только индивидуально.

Виртуальная комната CAVE® (использующая проекции на три стены и пол) рассчитана на посещение группой учащихся. Каждый посетитель одевает облегченные полупрозрачные стерео-очки, совмещающие ВР-изображение с реальным видением, и использует специальный пульт, позволяющий ему управлять своим движением в данной виртуальной реальности. Примером промежуточной системы второго класса является более простая и компактная система ImmersaDesk™, представляющая собой большой наклонный (как мольберт) экран, на который с обратной стороны проецируется изображение. Она также предполагает наличие специальных очков и управляющего пульта.

На сегодняшний день можно выделить следующие основные направления использования ВР-технологии в образовании:

- внешкольное (дополнительное) образование;
- специальное обучение;
- школьное образование;
- обучение в высшей школе.

Внешкольное (неформальное, дополнительное) образование (музеи, выставки и т. п.)

Особый интерес для музеев при использовании ВР-технологий представляет возможность перенесения посетителей во времени и пространстве. При этом детально реконструируются окружение, события и особенности определенной эпохи (Roussou, Efraimoglou, 1999). Одним из последних примеров использования ВР-технологий являются интерактивные иммерсивные (создающие эффект погружения за счет использования не только видеоряда, но и запахов, стереозвук и специальных сенсорных тактильных перчаток) технологии для детей и подростков, например, исторические проекты Foundation of the Hellenic World (FHW) (культурно-историческая реконструкция центральной части древних Афин площадью около 35000 кв. м), Magical World of Byzantine Costume, культурно-историческая реконструкция древнего города Милет (Roussou et al., 1999).



Зинченко Юрий Петрович
доктор психологических наук,
профессор, член-корреспондент РАО,
заведующий кафедрой методологии
психологии, декан факультета
психологии МГУ им. М.В. Ломоносова.



Меньшикова Галина Яковлевна
кандидат психологических наук,
заведующая лабораторией
«Восприятие» факультета психологии
МГУ им. М.В. Ломоносова.



Баяковский Юрий Матвеевич
кандидат физико-математических наук,
заведующий лабораторией
компьютерной графики и мультимедиа
факультета вычислительной математики
и кибернетики МГУ им. М.В. Ломоносова.

Специальное обучение

В последние годы начата разработка программ на базе технологии VR, ориентированных на работу с детьми и взрослыми с особенностями развития. Показано, что использование VR-технологий может служить эффективным дополнением в процессе реабилитации и обучения пациентов с целым комплексом расстройств. Так, например, решение слепыми или слабовидящими людьми ряда специфических ориентировочно-исследовательских задач в виртуальной 3D аудио-комнате способствует лучшему формированию у них системы пространственных представлений (Sanchez, Lumbregas, 2000; Sanchez, Barreiro, Majojo, 2000). Виртуальное пространство в виде игрового лабиринта, сконструированное Д. Стентоном с коллегами (Stanton, et al., 2000), позволяет детям с нарушениями опорно-двигательного аппарата компенсировать недостаток активной локомоции, что способствует лучшему формированию у них когнитивных карт и развитию пространственной ориентировки. Расширение игрового пространства и введение в него дополнительных элементов (например, дорожного перехода, оживленной улицы с пешеходами и т. п.) дает таким детям возможность обучаться адекватному поведению и приобретать навыки наиболее безопасным способом. При некоторых видах нарушения моторики (например, при гипотонии — ослабленном мышечном тоне) полезным оказывается использование полупрозрачных очков VR, не замещающих, а дополняющих существующую реальность виртуальными объектами. Так, виртуальные музыкальные инструменты позволяют не только обучать детей музыке, но и способствуют повышению контроля над своими движениями при заболеваниях подобного рода (Chau et al., 2005).

Перспективным является также использование виртуальной среды при обучении детей с аутизмом, синдромом дефицита внимания и гиперактивности, социальными расстройствами, фобиями. Использование в качестве «педагога» или соучеников «аватаров» снижает тревожность таких детей. Возможность моделировать внешнее окружение разной степени насыщенности и детализированности способствует лучшей концентрации внимания на предмете изучения. Использование мультимодальной ре-

презентации материала повышает способность к его пониманию и запоминанию. Вовлечение ребенка в управление самим процессом обучения или решения задачи формирует его собственную познавательную активность и навыки саморегуляции. Наличие обратной связи поддерживает интерес ребенка к процессу, что в комплексе позитивно сказывается на конечном результате (Sik Lanyi et al., 2006).

Школьное образование

Следует отметить интересные разработки, созданные в лаборатории Виртуальной реальности в Венском технологическом институте, Австрия. Специалисты этой лаборатории создали программные продукты для курса школьной стереометрии (Kaufmann et al., 2005; Kaufmann, Dunser, 2007), которые позволяли улучшать способности пространственного мышления. Они использовали системы «D*STAR» и «Iotraker», реализующие предъявление виртуальных объектов в реальном пространстве. Что видит наблюдатель в очках «аргументированной» виртуальной реальности? Висящий в воздухе виртуальный объект, который можно обходить со всех сторон и который можно видоизменять по определенной программе. При этом в полупрозрачных очках можно видеть также и реальные объекты реального окружения. Для изучения пересечений трехмерных объектов с плоскостями (курс стереометрии 11 класса) в качестве виртуального объекта предъявлялась трехмерная фигура, которую можно было рассекать виртуальными плоскостями.

Использование VR-технологий в системе образования является перспективным направлением развития. Однако их применение сопряжено не только с финансовыми и организационными трудностями. Необходимо учитывать и то, что, помимо технических особенностей организации пространства, сами программы должны соответствовать определенным этическим и концептуальным стандартам образования, быть приспособленными к возможностям и потребностям разных групп обучающихся (Roussou et al., 1999).

Во-первых, VR-технологии должны быть встроенными в контекст, то есть учитывать особенности помещений, возможности преподавателей, а главное, неоднородность группы обучающихся (по возрасту, уровню подго-



Черноризов Александр Михайлович
доктор психологических наук,
профессор, заведующий кафедрой
психофизиологии
МГУ им. М.В. Ломоносова.



Войскунский Александр Евгеньевич
кандидат психологических наук,
старший научный сотрудник кафедры
общей психологии факультета
психологии МГУ им. М.В. Ломоносова.

товки, интересам и индивидуальным стратегиям обучения). Программа должна быть рассчитана на интерактивную работу нескольких человек сразу, при этом возможности интеракций, заложенные в программу, должны являться своего рода подсказками к социальному взаимодействию обучающихся.

Во-вторых, технология не должна являться «предметом внимания» сама по себе. Это всего лишь способ для изучения тех или иных аспектов некоторого предмета — истории, биологии, географии, физики.

В-третьих, программа должна давать немедленную обратную связь и быть «приглашением» к дальнейшему изучению.

Д. Норманн обозначил четыре принципа понятной и нефрустрирующей информационной среды: наглядность, качественная концептуальная модель, хорошая топография и наличие обратной связи (Norman, 1988). Дети, не получая немедленной реакции, как правило, теряют интерес к занятию. В то же время, быстрое и подробное реагирование на все внешние запросы достаточно громоздко в плане программного обеспечения и реализации в реальном времени. Возможным решением данной проблемы служит совмещение принципа быстрой (но не слишком детальной) обратной связи с «приглашением» к более подробному ознакомлению с предметом в дальнейшем для отдельных заинтересованных учащихся.

В-четвертых, к созданию VR-обучающих программ должны привлекаться не только специалисты-программисты и дизайнеры, но и эксперты из предметных областей, иначе содержание программы будет серьезно отставать от возможностей ее технической реализации.

Наконец, VR-технологии в образовании должны быть, прежде всего, удобными для пользователей со всех точек зрения — начиная от размера шлема (он, как правило, велик для детской головы) и правильного расположения учеников для наилучшего угла обзора и заканчивая простотой и удобством интерфейса и отсутствием побочных эффектов (типа укачивания при виртуальном движении).

Обучение в высшей школе

Выделяют следующие функциональные возможности VR-технологий,

значимые для процесса обучения в высшей школе. Во-первых, объект изучения может быть представлен в пространственных и временных масштабах, соотносимых с человеком, что невозможно при других формах подачи материала. Так, учащийся может «руками переставлять» атомы и электроны или «перемещаться» из одной галактики в другую в процессе обучения. Во-вторых, виртуальная реальность дает возможность сделать доступной для ощущения информацию, обычно сенсорно не воспринимаемую. Например, громкость звука может соответствовать уровню радиации в виртуальной среде или насыщенность цвета задавать температуру тех или иных областей. Комбинация первой и второй возможности позволяет создавать и визуализировать объекты и события, не имеющие объектной формы существования в природе.

Все это в комплексе предоставляет богатый материал для использования при обучении в высшей школе, где учащимся часто приходится оперировать с абстрактными понятиями, не имеющими объектной репрезентации (Fallman et al., 1999). В классическом образовательном процессе студенты получают готовые обобщенные знания из учебников, лекций и специальных пособий. Однако некоторые авторы (Dede et al., 1997) считают, что такое обучение не всегда ведет к лучшим результатам. Учащиеся вынуждены формировать ментальные репрезентации абстрактных понятий, которые должны включать в себя часто неочевидные и неуловимые связи и концепты. В конечном итоге у студента не всегда складывается точное и ясное понимание изучаемого предмета. С другой стороны, в повседневном бытовом познании у человека часто формируются некоторые ошибочные представления о законах, действующих в окружающем мире. Преодолеть эти ошибочные представления традиционными методами обучения достаточно сложно, что затрудняет полноценное понимание и использование правильных научных моделей. Технологии виртуальной реальности позволяют реализовывать конструктивистский подход в образовании. Погружение в соответствующую виртуальную среду, визуализация в ней, например, не только физических тел, но и действующих сил, возможность оперировать с ними, активно изменять и, таким образом, изучать

позволяют преодолеть эти естественные сложности.

Перечислим ближайшие задачи, которые можно решать в инновационном образовании высшей школы с помощью технологии виртуальной реальности, в том числе и в инновационном образовании факультета психологии МГУ имени М.В. Ломоносова:

- проведение видеоконференций, дистанционных рабочих совещаний и телемостов. Эта возможность, предоставляемая технологией виртуальной реальности, становится особенно актуальной в связи с созданием системы филиалов МГУ имени М.В. Ломоносова в различных странах ближнего зарубежья: Украина (г. Севастополь); Узбекистан (г. Ташкент); Азербайджан (г. Баку);
- создание банка классических лекций для дистанционного обучения бакалавров, магистров, аспирантов и преподавательского состава;
- воссоздание в виртуальной реальности классических экспериментов, ставших золотым фондом зарубежной и отечественной психологии. Примером восстановления таких экспериментов были работы по воссозданию социального эксперимента Стэнли Милгрема (Slater et al., 2006).

Виртуальная реальность как эффективное средство исследования взаимодействия когнитивных процессов и моторной активности

Указанные выше преимущества технологии VR позволяют рассматривать ее как важный инструмент для получения новых знаний о человеке. Развитие и внедрение методов VR в практику психологического исследования необходимо влечет за собой введение в лабораторный эксперимент такой важной «экологической переменной» (фактора), как «собственная двигательная активность субъекта». А это может привести к концептуальному пересмотру устоявшихся представлений о когнитивных процессах человека, в реальной жизни тесно связанных с движением (Грегори, 1970; Гибсон, 1988; Пуанкаре, 1990).

Обратимся к обсуждению возможностей использования технологии VR для изучения взаимодействия когнитивных процессов и двигательной ак-

тивности в процессах зрительного восприятия в рамках подхода, получившего название «активное восприятие». Это направление исследований представляется нам методологически важным для развития и экспериментальной верификации таких международно признанных теорий отечественной психологии, как «теория деятельности» А.Н. Леонтьева (Леонтьев, 1975), «теория векторной психофизиологии» Е.Н. Соколова (Соколов, 2003), «теория функциональных систем» П.К. Анохина (Анохин, 1968; Александров, 1998). Каждая из них предлагает свой подход к объяснению высокой степени согласованности между сенсорными и когнитивными процессами, с одной стороны, и исполнительными механизмами поведения, с другой.

Исследования взаимодействия между зрительным восприятием и моторной активностью, основанные на традиционных методах психофизики и нейропсихологии

Исследования, проводящиеся в рамках подхода «активное восприятие», нацелены на вскрытие взаимодействия зрительной информации и двигательной активности наблюдателя в процессе решения сложных когнитивных задач. Решение этих проблем является особенно актуальным в связи с появлением в последнее время таких новых областей прикладной психологии, как: психология безопасности, спортивная психология, транспортная психология. Их возникновение и развитие влечет за собой разработку новых теоретических и методических решений для исследования когнитивных процессов в условиях, максимально приближенных к условиям реальной исполнительской деятельности.

Идеи тесного взаимодействия когнитивных (восприятия, внимания, мышления) и двигательных функций активно разрабатывались в отечественной психологии в работах И.М. Сеченова, П.К. Анохина, Н.А. Бернштейна, А.В. Запорожца, А.Н. Леонтьева. В рамках деятельностного подхода (Леонтьев, 1975) подчеркивалась важная роль двигательной активности субъекта в процессе формирования адекватного зрительного образа. А.Н. Леонтьевым был сформулирован один из важных принципов, лежащих в основе восприятия, — принцип уподобле-

ния моторных компонентов процесса восприятия свойствам внешнего раздражителя (Леонтьев, 2000). Проблемы, поставленные и обсужденные в рамках деятельностного подхода, являются актуальными и сегодня.

го мозга. Анализ различных функций этих проводящих путей позволил Мильнеру и Гудейлу (Milner, Goodale, 1995) сформулировать модель, в которой было предложено разделение зрительной системы на две подсистемы,

Технологии виртуальной реальности позволяют реализовывать конструктивистский подход в образовании. Погружение в соответствующую виртуальную среду, визуализация в ней, например, не только физических тел, но и действующих сил, возможность оперировать с ними, активно изменять и, таким образом, изучать позволяют преодолеть эти естественные сложности.

В последние 10 лет в области зрительного восприятия активно проводились исследования, связанные с изучением координации зрительной информации и действий наблюдателя. Этот подход к исследованию был назван «активное зрение». В рамках этого подхода зрение рассматривается как процесс, при помощи которого происходит планирование и контроль собственных действий наблюдателя. Интерес к изучению взаимосвязи восприятия и действия вновь возник в связи с большим числом экспериментальных исследований в области нейрофизиологии, когнитивной нейрологии и психофизики, которые показали, что нейрофизиологические процессы переработки информации о восприятии и действии тесно связаны между собой. Было выявлено наличие двух различных по своим функциям путей переработки информации в зрительной системе человека. Эти пути были названы вентральный (или фокальный) и дорсальный (или амбьентный) (Schneider, 1969; Ungerleider, Mishkin, 1982; Smith, 2000; Nicholls et al., 2001; Norman, 2002).

Процессы переработки информации в вентральном потоке идут от сетчатки через латеральное коллатеральное тело (ЛКТ), первичную зрительную кору VI и доходят до коры височной доли головного мозга. Процессы дорсальной подсистемы реализуются в том же начальном потоке — сетчатка — ЛКТ — кора VI, а затем уходят в затылочные теменные области голов-

названные «что» и «где» Основная функция системы «что» (вентральный поток) состоит в детекции и категоризации объектов, а системы «где» (дорсальный поток) — в зрительном контроле движений наблюдателя в процессе действий с объектом. В экспериментах, демонстрирующих различия функций вентральной и дорсальной систем, был использован специальный методологический прием — производилось сравнение вербального суждения и моторной (двигательной) реакции испытуемого на предъявление одной и той же зрительной стимуляции. При этом предполагалось, что вербальный ответ означает включенность в процесс восприятия вентральной подсистемы, а двигательный ответ — дорсальной. Например, нейропсихологические исследования пациентов, получивших травмы теменной и средневисочной областей головного мозга (Milner, Goodale, 1995; James et al., 2002) показали, что указанные типы травм приводят к различным нарушениям зрительного восприятия. Нарушения средневисочного отдела — к зрительным атакам, при которых у пациентов наблюдаются трудности в выполнении точных движений при действиях с объектами. Нарушения теменного отдела — к зрительным агнозиям, при которых пациенты с трудом опознают объекты или их отдельные свойства, однако достаточно точно выполняют задания, связанные с манипуляциями этими «неопознанными» объектами.

Подобные различия функций двух потоков были получены и в психофизических экспериментах (Bridgeman et al., 1981; Bridgeman et al., 1997; Servos et al., 2000; Lee, Donkelaar van, 2002), показавших различия в восприятии отдельных качеств объектов (направления движения, локализации и размера стимула) при вербальной и двигательной реакции наблюдателя. Например, если в качестве стимулов использовались зрительные иллюзии, то вербальная оценка была подвержена иллюзорному эффекту, а моторная реакция — индифферентна к нему.

Рассмотренные исследования показали, что когнитивная и двигательная активность формируются по разным правилам и реализуются различными физиологическими структурами головного мозга. Следует отметить, что разделение процессов переработки информации на две подсистемы является достаточно условным, поскольку в ряде экспериментов было показано, что некоторые функции, свойственные вентральной системе, выполняются и дорсальной системой, и наоборот (Binsted et al., 2001; Franz et al., 2003). Возможно, функции вентральной и дорсальной систем не строго разделены в соответствии с жесткой схемой «либо вентральная — либо дорсальная». Следует предположить, что процессы, протекающие в зрительной системе при обработке информации, не могут быть независимыми и жестко фиксированными, они, скорее всего, взаимодействуют, взаимно дополняют друг друга. Эти вопросы требуют дальнейших теоретических разработок и экспериментальных исследований с использованием новейших технологий.

Исследования взаимодействия зрительного восприятия и моторной активности при использовании технологии виртуальной реальности:

перспективы научных исследований

Новые возможности для исследования взаимодействия восприятия и действия предоставляет технология виртуальной реальности, которая позволяет субъекту, с одной стороны, наблюдать сложные виртуальные зрительные сцены, а с другой — свободно перемещаться в реальной среде. В последнее время появились работы (Chaudhury, et al., 2004), в которых взаимодействие вентральной и дорсаль-

ной систем исследуются при помощи технологии виртуальной реальности. Ее использование позволяет расширить круг исследовательских задач и активизировать поиск новых методик, позволяющих осуществлять регистрацию поведенческих, вербальных и физиологических реакций в сложной виртуальной среде. В настоящее время на факультете психологии МГУ имени М.В. Ломоносова активно разрабатывается метод, основанный на комбинации классических методик экспериментальной психологии с современными технологиями VR. В качестве классических методик использовались такие методики, как тахистоскопическое (кратковременное) предъявление стимулов, метод изменения соотношения шум/сигнал, метод маскирования и т. д. В результате их использования получали ухудшение параметров когнитивных функций (объема памяти, параметров восприятия и внимания) в зависимости от «зашумленности» в пространстве или от кратковременности стимуляции.

Традиционно в таких исследованиях стимуляция предъявлялась на экране двумерного монитора. Испытуемый при этом должен был ответить на вопросы: «был стимул или нет», «отличается один стимул от другого или нет» и т. д. К сожалению, результаты такого типа исследований не позволяют прогнозировать ответы наблюдателя реальных сцен, поскольку в реальных ситуациях мы имеем дело с гораздо более сложными сценами, в которых требуется решать разнообразные поведенческие задания. Такие задания требуют не простых ответов типа вышеназванных, а выполнения определенных действий, согласованных со сложной когнитивной задачей (запомнить определенные виртуальные объекты на пути следования, обойти все стимулы и найти среди них нужный). Это означает, что помимо классических когнитивных задач на опознание в экспериментальную ситуацию надо включать сопутствующие задания на пространственную ориентацию, отвлеченность внимания на нецелевые стимулы, формирование когнитивной карты окружающей среды.

Разработка такой методики, при помощи которой можно было бы смоделировать разнообразные виртуальные сцены, требующие решения ког-

нитивных задач, сопровождаемых моторной активностью, является актуальной и востребованной. Без этого невозможно, например, нормальное развитие таких областей психологической науки, как транспортная психология, спортивная психология. Разработка такого типа методик стала реальной благодаря появлению новейшей технологии виртуальной реальности, которая позволяет не только формировать более реалистичные 3D стимулы, но обеспечивает испытуемому большую мобильность для решения задач. В основе предлагаемого метода лежат следующие методические приемы организации стимульного материала и действий испытуемого. Испытуемый инструктирован на выполнение сложной когнитивной задачи (например, запоминание «виртуальных» объектов, нахождение «спрятанных» объектов) при прохождении через «3D-виртуальный лабиринт», предъявляемый либо с помощью шлема VR, либо в комнате виртуальной реальности типа CAVE. Выполнение любой когнитивной задачи может усложняться введением ряда стрессообразующих факторов, которые приводят к увеличению времени ее выполнения. Например, в качестве таких факторов могут выступать наличие «провала» на пути виртуального следования, появление пугающих виртуальных объектов, включение неприятных звуковых сигналов.

Выполнение задачи происходит последовательно в двух разных экспериментальных ситуациях пассивного/активного прохождения через лабиринт. В ситуации пассивного прохождения (ПП) испытуемый выполняет задачу без каких-либо собственных движений. В ситуации же активного прохождения (АП) решение задачи сопровождается собственной моторной активностью, которая уподобляется/не уподобляется зрительной стимуляции. Например, экспериментальная ситуация для АП случая может моделироваться в двух вариантах: в первом моторные действия испытуемого согласованы с пространственной структурой виртуального лабиринта (его движения повторяют повороты в лабиринте), а во втором — не согласованы (т. е. он должен осуществлять движения, противоположенные поворотам лабиринта). В последнем случае испытуемый должен в процессе тренировок преодолеть такую «несогласо-

ванность» путем формирования соответствующего зрительно-моторного навыка.

В результате прохождения виртуального лабиринта могут фиксироваться следующие параметры: прошел/не прошел лабиринт, общее время его прохождения, время нахождения испытуемого в каждой комнате, паттерн пути прохождения лабиринта, регистрация выполнения его действий (кликнул или нет мышкой по нужному объекту). Все виды активности испытуемого в обеих ситуациях (ПН, АП) сопровождаются регистрацией электроэнцефалограммы, кожно-гальванической реакции, электрокардиограммы, фотоплетизмограммы и миограммы. Предполагается, что в ситуации ПП его когнитивные процессы (восприятие, память, мышление) доминируют над предельно редуцированной собственной моторной активностью. В ситуации же АП когнитивная деятельность субъекта дополняется собственной моторной активностью в виде целенаправленных двигательных актов, при этом степень взаимодействия когнитивных процессов с моторной активностью может регулироваться при помощи «рассогласования» зрительного и моторного компонента. Как результат взаимодействия когнитивных процессов и действий может привести к существенному изменению эффективности решения задачи.

Предлагаемый метод позволяет проводить многофакторные психологические и психофизиологические эксперименты для исследования:

- 1) взаимодействия между когнитивными процессами (восприятие, память, мышление) и поведенческими актами (действиями);
- 2) влияния степени и форм двигательной-когнитивной кооперации на успешность выполнения субъектом различных видов практической деятельности;
- 3) специфики активности мозга и вегетативной нервной системы в условиях реального целенаправленного поведения.

Данный метод может оказаться эффективным для таких областей прикладной психологии, как спортивная и транспортная психология, инженерная психология и психология безопасности.

Заключение

1. Технология виртуальной реальности предоставляет уникальные возможности для решения новых задач в инновационном образовании высшей школы. На факультете психологии МГУ имени М.В. Ломоносова предполагается развитие таких новых направлений обучения, как организация видеоконференций, создание банка лекций для дистанционного обучения, создание виртуальных классических экспериментов.

В настоящее время на факультете психологии МГУ имени М.В. Ломоносова активно разрабатывается метод, основанный на комбинации классических методик экспериментальной психологии с современными технологиями ВР.

2. Технологии ВР могут быть эффективно использованы для изучения взаимодействия когнитивных процессов и двигательной активности в процессах зрительного восприятия в рамках подхода, называемого «активное восприятие». Разрабатываемый в МГУ имени М.В. Ломоносова метод изучения такого взаимодействия основан на комбинации современных технологий ВР с классическими методиками экспериментальной психологии. Реализация метода позволит исследовать взаимодействия между когнитивными процессами и поведенческими актами, оценивать влияния двигательной-когнитивной кооперации на успешность выполнения различных задач, а также изучать специфику активности мозга и вегетативной нервной системы в условиях реального целенаправленного поведения.

Список литературы:

1. Александров Ю.И. Системная психофизиология // Основы психофизиологии. — М., 1998.
2. Анохин П.К. Биология и нейрофизиология условного рефлекса. — М., 1968.
3. Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. — М., 1988.
4. Грегори Р.Л. Глаз и мозг. — М., 1970.
5. Леонтьев А.Н. Деятельность, сознание, личность. — М., 1975.
6. Леонтьев А.Н. Лекции по общей психологии. — М., 2000.

7. Пицхелаури Д.И., Галатенко В.В., Баяковский Ю.М., Самборский Д.Я. Виртуальные нейрохирургические операции. — 2008.
8. Пуанкаре А. О науке. — М., 1990.
9. Хоффман Х. Целительная виртуальная реальность // В мире науки. — 2004. — №11. — С. 36-43.
10. Astur R.S., Germain S.A., Baker E.K., Calhoun V., Pearson G.D., Constable R.T. fMRI hippocampal activity during a virtual radial arm maze // Applied Psychophysiology and Biofeedback. — 2005. — Vol. 30. — P. 307-317.
11. Baumgartner Th., Speck D., Wettstein D., Masnari O., Beeli G., Jancke L. Feeling

- present in arousing virtual reality worlds: prefrontal brain regions differentially orchestrate presence experience in adults and children // *Frontiers in Human Neuroscience*. — 2008. — Vol. 2. — Электронный ресурс. — Режим доступа: www.frontiersin.org
12. Bayliss J.D., Ballard D.H. The effects of eye tracking in a VR helmet on EEG recordings. Technical report: TR 685. University of Rochester. — N.Y., USA, 1998.
13. Binsted G., Chua R., Helsen W., Elliott D. Eye-hand coordination in goal-directed aiming // *Human Movement Science*. — 2001. — Vol. 20. — P. 563-585.
14. Bricken M. Virtual reality learning environments: Potentials and challenges // *Computer Graphics*. — 1991. — Vol. 25. — №3. — P. 178-184.
15. Bridgeman B., Peery S., Anand S. Interaction of cognitive and sensorimotor maps of visual space // *Perception & Psychophysics* — 1997. — Vol. 59. — №3. — P. 456-469.
16. Brockman J.D. Encounters with the cyber elite. — San Francisco: HardWired Books. — 1996. — Электронный ресурс. — Режим доступа: <http://www.edge.org/documents/digerati/Lanier.html>
17. Chastikov A. Arkhitektury komp'yuternogo mira [Architectures of computer world]. — Sankt-Petersburg: BHV-Peterburg, 2002.
18. Chau T., Eaton C., Lamont A., Schweltnus H., Tam C. Augmented environments for paediatric rehabilitation // In: A. Pruski, H. Knops (eds.). *Assistive technologies — from virtuality to reality*. — IOS Press, 2005 — P. 550-554.
19. Chaudhury S., Eisinger J. M., Hao L., Hicks J., Chivukula R., Turano K.A. Visual illusion in virtual world alters women's target-directed walking // *Exp. Brain Res*. — 2004. — Vol. 159. — №3. — P. 360-369.

20. Chernigovskaya T.V. Polifoniya mozga i virtual'naya real'nost' [Polyphony of brain and virtual reality] // In: Chudova N.V. (ed.). *Virtual'naya real'nost' v psikhologii i iskusstvennom intellekte*. — Moskva, 1998.
21. Christensen G.E., Miller M.I., Vannier M.W., Grenander U. Individualizing neuro-anatomical atlases using a massively parallel computer // *IEEE Computer*. — 1996. — Vol. 29. — №1. — P. 32–38.
22. Costantini M., Haggard P. The rubber hand illusion: Sensitivity and reference frame for body ownership // *Consciousness and Cognition*. — 2007. Vol.16. — №2. — P. 229–240.
23. Cote S., Bouchard St. Documenting the efficacy of virtual reality exposure with psychophysiological and information processing measures // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. — 2005. — Vol. 30. — №3. — P. 217–232.
24. Cromby J., Standen P., Brown D. Using virtual environments in special education // *VR in the Schools*. — 1995. — №1. — P. 1–4.
25. Dede C., Salzman M., Loftin R. B., Ash K. Using virtual reality technology to convey abstract scientific concepts // Jacobson M.J., Kozma R.B. (eds.). *Learning the sciences of the 21st Century: Research, design and implementing advanced technology learning environments*. — Lawrence Erlbaum, 1997.
26. Dede C. Virtual reality in education: Promise and reality panel statement // In: *Proceedings IEEE virtual reality annual international Symposium (VRAIS '98)*. — Atlanta, USA, 1998. — P. 208.
27. Ehrsson H.H. The Experimental induction of out-of-body experiences // *Science*. — 2007. — Vol. 317. — P. 1048.
28. Ehrsson H.H. How many arms make a pair? Perceptual illusion of having an additional limb // *Perception*. — 2009. — Vol. 38. — №2. — P. 310–312.
29. Ehrsson H.H., Rosen B., Stockselius A., Ragnö C., Kohler P., Lundborg G. Upper limb amputees can be induced to experience a rubber hand as their own // *Brain*. — 2008. — Vol. 131. — №12. — P. 3443–3452. — Электронный ресурс. — Режим доступа: <http://brain.oxfordjournals.org/cgi/reprint/awn297v1.pdf>
30. Fallman D., Backman A., Holmlund K. VR in education: An introduction to multisensory constructivist learning environments. universitets pedagogik konferens. — Umeå universitet, 18–19 Februari, 1999. — Электронный ресурс. — Режим доступа: daniel.fallman.org/resources/papers/Fallman_VRIE.pdf
31. Franz V.H., Bulthoff H.H., Fahle M. Grasp effects of the Ebbinghaus illusion: Obstacle avoidance is not the explanation // *Exp Brain Res*. — 2003. — Vol. 149. — P. 470–477.
32. James T.W., Humphrey G.K., Gati J.S., Menon R.S., Goodale M.A. Differential effects of viewpoint on object-driven activation in dorsal and ventral streams // *Neuron*. — 2002. — Vol. 35. — №4. — P. 793–801.
33. Kaufmann H., Steinbugl K., Dunser A., Gluck J. Improving spatial abilities by geometry education in augmented reality. — Application and Evaluation Design. VRIC Laval Virtual, 2005. Proceedings. — P. 25–34.
34. Kaufmann H., Csisinko M., Totter A. Long distance distribution of educational augmented reality applications eurographics'06 (Educational Papers). — Vienna, Austria, 2006. — P. 23–33.
35. Kaufmann H., Dunser A. Summary of usability evaluations of an educational augmented reality application // In: Shumaker R. (ed.). *Virtual reality, HCI International conference*. — HCI 2007. — Vol. 14. — Springer-Verlag Berlin Heidelberg. — P. 660–669.
36. Kim Y., Kim H.J., Ko H.D., Kim H.T. Psychophysiological changes by navigation in virtual reality // *Engineering in Medicine and Biology Society, Proceedings of the 23rd Annual International Conference of the IEEE*. — 2001. — 4. — P. 3773–3776.
37. Lee J.-H., Donkelaar van P. Dorsal and ventral visual stream contributions to perception-action interactions during pointing // *Exp. Brain Res*. — 2002. — Vol. 143. — P. 440–446.
38. Muhlberger A., Bulthoff H.H., Wiedemann G., Pauli P. Virtual reality for the psychophysiological assessment of phobic fear: Responses during virtual tunnel driving // *Psychological Assessment*. — 2007. — Vol. 19. — P. 340–346.
39. Milner A.D., Goodale M.A. *The visual brain in action*. — Oxford, England UK: Oxford University Press, 1995.
40. Nicholls J.G., Martin A.R., Wallace B.G., Fuchs P.A. *From neuron to brain*. — Sinauer Assoc., Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts, USA, 2001.
41. Norman D.A. *The design of everyday things*. — N.Y.: Doubleday, 1988.
42. Norman J. Two visual systems and two theories of perception: an attempt to reconcile the constructivist and ecological approaches // *Behavioral and brain sciences*. — 2002. — Vol. 25. — №1. — P. 73–96.
43. Parsons T.D., Iye A., Cosand L., Courtney C., Rizzo A.A. Neurocognitive and psychophysiological analysis of human performance within virtual reality environments // In: Westwood J.D. et al. (eds.). *Medicine meets virtual reality*. — 2009. — P. 247–252.
44. Petkova V.I., Ehrsson H.H. If I Were you: Perceptual illusion of body swapping // *PLoS ONE*. — 2008. — Vol. 3. — №12. — Электронный ресурс — Режим доступа: <http://www.plosone.org/article/info:doi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0003832>
45. Petkova V.I., Ehrsson H.H. When right feels left: Referral of touch and ownership between the hands // *PLoS ONE*. — 2009. — Vol. 4. — №9. — Электронный ресурс — Режим доступа: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0006933>
46. Provenzo E.F. *Video Kids: Making sense of Nintendo*. — Cambridge, MA: Harvard University Press, 1991.
47. Puggnetti L., Meehan M., Mendozzi M. Psychophysiological correlates of virtual reality: A review // *Presence. Teleoperators and Virtual Environments*. — 2001. — Vol. 10. — №4. — P. 384–400.
48. Roussou M., Efraimoglou D. High-end interactive media in the museum // In: *Computer Graphics, ACM SIGGRAPH, 1999*. — P. 59–62.
49. Sanchez J., Lumberras M. Usability and cognitive impact of the interaction with 3D virtual interactive acoustic environments by blind children // In: *Proc. 3rd Intl Conf. Disability, Virtual Reality and Assoc. Tech.* — Alghero, Italy, 2000. — P. 67–73.
50. Sanchez A., Barreiro J.M., Majojo V. Embodying cognition: a proposal for visualizing mental representations in virtual environments // In: *Proc. 3rd Intl Conf. Disability, Virtual Reality and Assoc. Tech.* — Alghero, Italy, 2000. — P. 319–326.
51. Schneider G. E. (1969). Two visual systems // *Science*. — 1969. — Vol. 163. — №3870. — P. 895–902.
52. Servos P., Carnahan H., Fedwick J. The visuomotor system resists the horizontal-vertical illusion // *Journal of Motor Behavior*. — 2000. — Vol. 32. — P. 400–404.
53. Sik Lanyi C., Geiszt Z., Karolyi P., Tilingerand A., Magyar V. Virtual reality in special needs early education // *The International Journal of Virtual Reality*. — 2006. — Vol. 5. — №4. — P. 55–68.
54. Slater M., Wilbur S. A Framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments // *PRESENCE*. — 1997. — Vol. 6. — №6. — P. 603–616.
55. Slater M., Antley A., Davison A., Swapp D., Guger C., Barker C., Pistrang N., Sanchez-Vives M.V. A virtual reprise of the Stanley Milgram obedience experiments // *PLoS ONE*. — 2006. — Vol. 1. — №1. — P. 39.
56. Smith S.U.M. *Biology of Sensory Systems*. — J. Wiley & Sons, LTD, 2000.
57. Stanton D., Wilson P., Foreman N., Duffy H. Virtual environments as spatial training aids for children and adults with physical disabilities // In: *Proc. 3rd Intl Conf. Disability, Virtual Reality and Assoc. Tech.* — Alghero, Italy, 2000. — P. 123–128.
58. Ungerleider L.G., Mishkin M. Two cortical visual systems // In: D.J. Ingle, M.A. Goodale (eds.). *Mansfield analysis of visual behavior*. — Cambridge, MA: MIT Press, 1982.
59. Walshe D.G., Lewis E.J., Kim S.I., O'Sullivan K., Wiederhold B.K. Exploring the use of computer games and virtual reality in exposure therapy for fear of driving following a motor vehicle accident // *CyberPsychology & Behavior*. — 2003. — Vol. 6. — №3. — P. 329–334.
60. Wiederhold B.K., Rizzo A. Virtual reality and applied psychophysiology // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. — 2005. — Vol.30. — №3. — P. 183–185.
61. Wilhelm F.W., Pfaltz M.C., Gross J.J., Mauss I.B., Kim S.I., Wiederhold B.K. Mechanisms of virtual reality exposure therapy: The role of the behavioral activation and behavioral inhibition systems // *Applied Psychophysiology and Biofeedback*. — 2005. — Vol. 30. — P. 271–284.
62. Zhu Y., Belkasm S. A 3D Reconstruction algorithm based on 3d deformable atlas // *Proceedings of the Third International Conference on Information Technology and Applications (ICITA'05), IEEE Computer Society, 2005*. — P. 607–612.