



ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛОСТНОСТИ СИСТЕМЫ «ГЛАЗ-ГОЛОВА-ТЕЛО» ПРИ ПОМОЩИ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

МЕНЬШИКОВА Г.Я., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

КОЗЛОВСКИЙ С.А., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

ПОЛЯКОВА Н.В., МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва

Работа посвящена исследованию искажений зрительного восприятия, возникающих при нарушении системы «глаз-голова-тело», выполненному с применением технологии виртуальной реальности (VR). Моделирование такого рода нарушений осуществлялось путем изменения локализации «виртуальных глаз» (ВГ) испытуемого относительно его головы и тела. Для этого изображения окружающей сцены передавались на видеомониторы шлема VR при помощи выносной веб-камеры с различной ее локализацией относительно головы испытуемого. В 1-й и 2-й экспериментальных сериях веб-камера прикреплялась соответственно над головой или на колени испытуемого, а в 3-й, контрольной серии – на уровне его глаз. Полученные результаты показали, что разные типы локализации «виртуальных глаз» оказывают неодинаковое влияние на функционирование системы «глаз-голова-тело». Адекватность восприятия значимо нарушается только в случае второго типа искажений, при которых происходит рассогласование координации «виртуальных глаз» с системой «голова-тело».

Ключевые слова: виртуальная реальность, система «глаз-голова-тело», целостность восприятия.

Введение

Использование новых технологий в психологических исследованиях является эффективным инструментом для получения новых знаний о когнитивных психических процессах – мышлении, восприятии, внимании. За последние 10 лет активно развивается одна из таких технологий – технология виртуальной реальности (VR). В ряде работ были отмечены новые исследовательские возможности технологии VR, имеющие ряд преимуществ перед классическими методами (Зинченко и др., 2010; Козловский, 2009; Войскунский, Меньшикова, 2008; Riva, 2006; Gaggioli, Breining, 2001; Fogg, 2003).

Исследование классических феноменов восприятия с использованием данной технологии представляет особый интерес. Во-первых, рассмотрение, описание и объяснение классических феноменов восприятия предоставляют возможность тщательной проработки важнейших методических вопросов, касающихся адекватности использования технологии VR при проведении психологических исследований. Их основательная изученность позволяет проводить детальный анализ и сравнение результатов, полученных при помощи технологии VR, с результатами, полученными при помощи классических методик. Во-вторых, технологии VR позволяют наблюдателю активно передвигаться в процессе решения зрительных задач. Эта качественная особенность VR позволяет приблизить процедуру проведения эксперимента к реальной ситуации зрительного восприятия и таким образом значительно повысить экологическую валидность таких исследований. Описанное свойство в корне отличает данный методический подход от классических методик, разработанных



в рамках конструктивистского подхода (Грегори, 1970; Рок, 1980). Так, в большинстве исследований наблюдатель, как правило, оценивает какое-либо качество объекта, находясь в неподвижной точке наблюдения. Подобная стационарность положения наблюдателя является следствием имплицитного предположения о том, что многие когнитивные процессы (опознание и различение объектов, распределение внимания и др.) протекают очень быстро и движения наблюдателя, протекающие значительно медленнее, не влияют на их результат. Отличной от этих представлений точки зрения придерживается основатель экологического подхода Дж. Гибсон (Гибсон, 1988), который предполагает, что движения наблюдателя являются важной составляющей процесса восприятия. По его мнению, процесс восприятия какого-либо качества объекта невозможен без активных движений наблюдателя, а также без использования динамических (а не только статических) зрительных признаков. В-третьих, круг классических исследовательских задач может быть расширен при помощи технологии ВР. В качестве примера можно рассмотреть классические эксперименты с искажениями сетчаточного образа, в которых при помощи специальных устройств (псевдоскопа, инвертоскопа и др.) создавались искажения типа инверсии, реверсии, изменения знака диспаратности. Используя технологию ВР, можно реализовать гораздо более разнообразные и сложные искажения, что позволит уточнить и обогатить теоретические представления о процессе восприятия.

В теоретических подходах к исследованию восприятия можно найти различные точки зрения по вопросу о том, как можно определить понятие «воспринимающая система». В конструктивистском подходе зрительная система рассматривается в рамках модели «глаз-мозг»: предполагается, что приходящий из внешней среды свет активизирует фоторецепторы сетчатки, возбуждение которых передается в высшие корковые отделы головного мозга, где и осуществляется интерпретация этих сигналов на основе прошлого опыта субъекта. Эта точка зрения в корне отлична от экологического подхода, в рамках которого воспринимающая система рассматривается как целостная активная система «глаз–голова–тело». Эта система состоит из нескольких органов, которые настроены на извлечение определенной информации и образуют целостную иерархическую структуру. Например, один глаз – это нижний уровень, два глаза (бинокулярный орган) – это второй уровень, подвижная голова с двумя подвижными глазами образуют третий уровень, и последний, высший уровень состоит из головы и тела, способных извлекать информацию при перемещениях наблюдателя. Глаза являются лишь частью этой системы, они подвижны и расположены на голове, которая сама может поворачиваться относительно тела, которое, в свою очередь, может перемещаться в пространстве. Эта система активизируется при наличии стимульной информации и является целостной и взаимосогласованной. Под целостностью воспринимающей системы понимается согласованность между движениями наблюдателя и изменениями зрительной информации, вызванными этими движениями. Для получения экологически валидной информации о свойствах внешней среды необходима активизация всей системы в целом, что подразумевает необходимость движения не только глаз и головы, но также и тела в процессе восприятия. Кроме того, эти движения порождают соответствующий паттерн изменений структуры оптического потока, который и несет наблюдателю информацию о свойствах объектов среды. Если структура оптического потока будет меняться не в соответствии с обычными движениями головы и тела наблюдателя (система «глаз-голова-тело» будет рассогласована), это может привести к нарушению процесса восприятия – к невозможности адекватного извлечения информации о внешней среде. Следует отметить, что



одним из важных аспектов адекватного восприятия является наблюдение конечностей собственного тела.

Таким образом, представляется необходимым исследовать роль системы «глаз–голова–тело» в процессе восприятия. Изменится ли восприятие, если целостность этой сложной согласованной системы будет нарушена? Благодаря появлению систем ВР стало возможным проведение такого рода экспериментов.

Целью нашего исследования являлось изучение изменений восприятия при нарушении системы «глаз-голова-тело», реализованных посредством технологии ВР. Общая схема искажений сенсорной информации состояла в следующем: регистрация внешней сцены проводилась при помощи веб-камеры, сигнал с которой подавался на мониторы шлема ВР. В данной схеме веб-камеру можно рассматривать как «виртуальные глаза» наблюдателя, а ее положение относительно головы может задавать степень искажения сенсорных сигналов. В нашем исследовании тестировались два типа сенсорных искажений. Для первого типа веб-камера была приподнята на 30 см над головой наблюдателя и жестко с нею связана (рис. 1, а). При этом «виртуальные глаза» «приподнимались» над системой «глаз-голова» и их движения были согласованы с движениями головы в соответствии с прошлым опытом наблюдателя. Для второго типа веб-камера крепилась на колено наблюдателя (рис. 1, б), что приводило к необычному ракурсу наблюдения внешней сцены: «виртуальные глаза» сильно «опускались» вниз, причем их перемещения осуществлялись в соответствии с движениями нижней конечности, а не в соответствии с движениями головы. Подобного типа трансформации сенсорных сигналов сильно затрудняли движения наблюдателя, направленные на исследование окружающей сцены. Для оценки выраженности эффектов указанных типов искажений проводились контрольные исследования, в которых веб-камера крепилась на уровне глаз наблюдателя (рис. 1, в).



Рис. 1. Типы сенсорных искажений: а – «виртуальные глаза» над головой; б – «виртуальные глаза» на колене; в – «виртуальные глаза» соответствуют локализации реальных глаз



Степень влияния двух типов искажений оценивалась на материале исследования константности восприятия размера и феноменологии ощущений наблюдателя в начальном периоде адаптации.

Гипотеза нашего исследования состояла в том, что для искажений первого типа, где «виртуальные глаза», «приподнятые» над головой, были жестко с нею связаны, нарушения целостности системы «глаз-голова-тело» должны быть незначительными. В ситуации же «вынесения» «виртуальных глаз» на колени нарушения должны быть существенными, поскольку в этом случае система «глаз-голова-тело» не согласована и не обеспечивает адекватного извлечения информации об окружающем мире. Мы предположили, что оценкой степени нарушений системы «глаз-голова-тело» могут быть, во-первых, описание испытываемыми тех ощущений, которые они испытывают на начальной стадии адаптации к искажениям, и, во-вторых, суждения о размерах окружающих объектов.

Методика

Участники. В эксперименте принимали участие 16 человек (6 мужчин, 10 женщин) в возрасте от 17 до 25 лет с нормальным или скорректированным зрением.

Аппаратура. Эксперимент осуществлялся при помощи технологии VR, основными элементами которой были очки eMagin Z800 3D Visor, состоящие из двух дисплеев, имеющих разрешение 800x600, частоту обновления 60 Гц и угловые размеры 40x60 угл. градусов. На видеомониторы очков VR изображения передавались с выносной веб-камеры Logitech Portable QuickCam C905 при различной ее локализации относительно головы испытуемого.

План эксперимента. Эксперимент состоял из трех серий. В 1-й и 2-й экспериментальных сериях веб-камера прикреплялась соответственно над головой или на колени испытуемого, а в контрольной, 3-й серии – на уровне его глаз. Длительность каждой экспериментальной серии составляла не более 5 мин, в течение которых испытуемый мог произвольно двигаться в пределах пространства 3x3 м. В каждой серии испытуемые выполняли два задания. Во-первых, отвечали на вопросы экспериментатора: «Как Вы воспринимаете размеры своего тела? Изменились ли размер и форма Ваших рук и ног? Насколько сложно для Вас осуществлять движения? Оцените рост человека, стоящего рядом с Вами. Насколько реальными кажутся Вам окружающие предметы?» и т. д. Во-вторых, оценивали размеры пяти предметов методом прямого шкалирования. Размеры предметов менялись в пределах от 3,5 до 13 см. Ответы испытуемых протоколировались.

Результаты

Был проведен качественный и количественный анализ ответов испытуемых при выполнении ими задания 1, результаты которого представлены в таблице ниже. В первом столбце указаны наиболее часто встречавшиеся ответы испытуемых, во втором и третьем – процентное соотношение таких ответов соответственно для первого («виртуальные глаза» над головой) и второго («виртуальные глаза» на колени) типа искажений.



Таблица. Распределение ответов испытуемых при разных типах сенсорных искажений

Ответы наблюдателей	ВГ над головой	ВГ на колене
Нереальность окружающего мира	73 %	44 %
Чужеродность, отчужденность частей тела	52 %	48 %
Трудности ориентации при движениях	21 %	82 %
Несоответствие движений головы и «виртуальных глаз»	0 %	91 %
Увеличение (для ВГ над головой) или резкое уменьшение (для ВГ на колене) своего роста	76 %	30 %
Уменьшение (для ВГ над головой) или увеличение (для ВГ на колене) размеров предметов и роста рядом стоящих людей	46 %	50 %
Уменьшение (для ВГ над головой) или увеличение (для ВГ на колене) размеров своих рук и ног	42 %	62 %
Удлинение частей тела	86 %	0 %
Проблемы при рассматривании своих рук: «руки стали дальше» (для ВГ над головой) или поиск рук: «где вообще руки?» (для ВГ на колене)	76 %	78 %

Анализ распределения ответов испытуемых показал, что искаженная зрительная сцена воспринимается нереальной и отчужденной; части собственного тела – чужеродными; ориентация в пространстве затруднена; появляются трудности поддержания равновесия при ходьбе, причем в большей степени при искажениях второго типа. Описанные феноменальные свойства окружающего мира наблюдались и для такого типа сенсорных искажений, как инвертированное зрение (Stratton, 1897; Логвиненко, 1981). Цифры, представленные в таблице, показывают, что в случаях искажений первого типа наблюдается недооценка размеров окружающих объектов, роста людей, а также размеров собственных рук и ног, тогда как при искажениях второго типа наблюдается обратный эффект – их сильная переоценка. С целью количественной оценки степени изменения воспринимаемых размеров объектов нами были рассчитаны средние значения коэффициентов константности размера для 1-й, 2-й и контрольной серий по всей выборке испытуемых. Полученные значения и их стандартные отклонения представлены на рис. 2. По оси абсцисс отложены размеры предметов, оцениваемых испытуемыми, по оси ординат – значения коэффициентов константности.

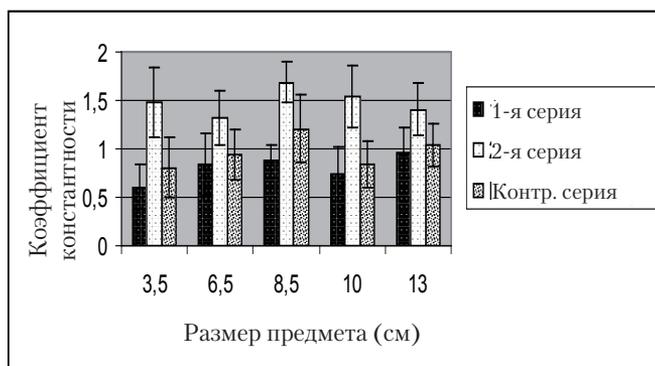


Рис.2. Коэффициент константности в зависимости от размера предметов для 1-й серии (ВГ над головой), 2-й серии (ВГ на колене) и контрольной серии



Для оценки значимости различия средних значений коэффициентов константности, полученных в 1-й, 2-й и контрольной сериях, использовался непараметрический критерий Вилкоксона для связанных выборок. Достоверными считались различия при $p < 0,05$. Значимые различия ($p = 0,049$) были выявлены только при сравнении 2-й и контрольной серий, что свидетельствует о значительном влиянии искажений второго типа на процесс оценки размеров, при котором происходит переоценка размеров окружающих предметов, размеров собственных конечностей, а также появляется эффект сверхконстантности. Для искажений первого типа константность восприятия размера нарушалась незначительно. Полученные результаты подтвердили высказанную нами гипотезу о влиянии целостности воспринимающей системы «глаз-голова-тело» на процесс зрительного восприятия.

Выводы

Технология ВР предоставляет уникальные возможности для экспериментальных исследований классических феноменов зрительного восприятия. С помощью этой технологии удалось создать новый тип сенсорных искажений – «вынесение» «виртуальных глаз» наблюдателя вне системы «глаз-голова».

Результаты тестирования двух способов искажений – «вынесения» глаз наблюдателя над головой и на колено – свидетельствуют о разной степени их влияния на функционирование системы «глаз-голова-тело».

Феноменология восприятия искаженной сцены и измерение константности размера для разных типов искажений показали, что целостность системы «глаз-голова-тело» значительно нарушается только в случае второго типа искажений, при которых происходит рассогласование координации «виртуальных глаз» с системой «голова-тело».

Литература

- Войскунский А. Е., Меньшикова Г. Я. О применении систем виртуальной реальности в психологии // Вестник Московского университета. Серия 14. Психология. 2008. № 1. С. 22–36.
- Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988.
- Грегори Р. Глаз и мозг. М.: Прогресс, 1970.
- 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. 2010. № 1(3). С. 54–62.
- Козловский С. А. Сенсорные характеристики человека и их ограничения // Архитектура виртуальных миров: монография / Под науч. ред. М. Б. Игнатъева, А. В. Никитина, А. Е. Войскунского. СПб.: ГУАП, 2009. С. 59–89.
- Логвиненко А. Д. Зрительное восприятие пространства. М.: МГУ, 1981.
- Рок И. Введение в зрительное восприятие. Кн. 1–2. М.: Педагогика. 1980.
- Fogg B. J. Persuasive technology: Using computers to change what we think and do. San Francisco: Morgan Kaufman Publishers, 2003.
- Gaggioli A., Breining R. Perception and cognition in immersive virtual reality // Emerging communication: Studies on new technologies and practices in communication / Ed. by G. Riva, F. Davide. Amsterdam: IOS Press, 2001.
- Riva G. Virtual reality // Wiley encyclopedia of biomedical engineering / Ed. by M. Akay. N.Y., 2006.
- Stratton G. M. Vision without inversion of the retinal image // The Psychological Review. 1897. № 4. P. 341–360.



AN INVESTIGATION OF THE INTEGRITY OF THE «EYE-HEAD-BODY» SYSTEM USING VIRTUAL REALITY TECHNIQUE

MENSHIKOVA G. YA., Lomonosov Moscow State University, Moscow

KOZLOVSKIY S. A., Lomonosov Moscow State University, Moscow

POLYAKOVA N. V., Lomonosov Moscow State University, Moscow

Using Virtual Reality (VR) technique we investigated distortions of visual perception arising from violations of “eye-head-body” system. Violations were created by changing the location of “virtual” eyes relative to head and body of the subject. To do this images of surrounding scenes were transmitted to HMD displays using Web camera, which was localized relative to the head of the subject. In the first and second experimental series, Webcam was attached, respectively, over the head or on the knee of the subject, and in the third control series - at the level of his eyes. The results showed that different types of localization of “virtual” eyes affected the functioning of “eye-head-body” system in different ways. The perception was significantly distorted only for the second type of violations when there was a mismatch between “virtual” eyes and “head-body” systems.

Keywords: Virtual Reality Technique, «eye-head-body» system, perception integrity, size constancy, image distortion.

Transliteration of the Russian references

Vojskunskij A. E., Men'shikova G. Ja. O primenении sistem virtual'noj real'nosti v psihologii // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 14. Psihologija. 2008. № 1. S. 22–36.

Gibson Dzh. Jekologicheskij podhod k zritel'nomu vosprijatiju. M.: Progress, 1988.

Gregori R. Glaz i mozg. M.: Progress, 1970.

Zinchenko Ju. P., Men'shikova G. Ja., Bajakovskij Ju. M., Chernorizov A. M., Vojskunskij A. E. Tehnologii virtual'noj real'nosti: metodologicheskie aspekty, dostizhenija i perspektivy // Nacional'nyj psihologicheskij zhurnal. 2010. № 1(3). S. 54–62.

Kozlovskij S. A. Sensornye harakteristiki cheloveka i ih ogranichenija // Arhitektura virtual'nyh mirov: monografija / Pod nauch. red. M. B. Ignat'eva, A. V. Nikitina, A. E. Vojskunskogo. SPb.: GUAP, 2009. S. 59–89.

Logvinenko A. D. Zritel'noe vosprijatie prostranstva. M.: MGU, 1981.

Rok I. Vvedenie v zritel'noe vosprijatie. Kn. 1–2. M.: Pedagogika. 1980.