

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
Институт психологии

ПРОЦЕДУРЫ И МЕТОДЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО- ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ответственный редактор
В. А. Барabanщиков



Издательство
«Институт психологии РАН»
Москва – 2016

УДК 159.9

ББК 88

П 84

Все права защищены. Любое использование материалов данной книги полностью или частично без разрешения правообладателя запрещается

Редакционная коллегия:

Ю. И. Александров, В. М. Аллахвердов, К. И. Ананьева, В. А. Барабанщиков (отв. редактор), Н. А. Выскочил, А. Н. Гусев, А. А. Демидов (отв. секретарь), А. Л. Журавлев, Ю. М. Забродин, Ю. П. Зинченко, А. В. Карпов, Л. С. Куравский, С. Б. Малых, В. Н. Носуленко, В. И. Панов, А. О. Прохоров, В. В. Рубцов, В. В. Селиванов, А. А. Созинов, И. С. Уточкин, А. Н. Харитонов, Ю. Е. Шелепин

П 84 **Процедуры и методы экспериментально-психологических исследований** / Отв. ред. В. А. Барабанщиков. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2016. – 950 с. (Интеграция академической и университетской психологии)

ISBN 978-5-9270-0339-6

УДК 159.9

ББК 88

Книга посвящена обсуждению широкого круга вопросов, касающихся перспектив разработки и реализации новых процедур и методов экспериментально-психологических исследований. Она содержит около 150 статей, с различных сторон раскрывающих данную тему. Обсуждаются вопросы, касающиеся роли и места эксперимента в развитии психологической науки, перспектив и границ применения экспериментальных и эмпирических методов в психологических исследованиях, возможности создания новых экспериментальных средств и процедур, междисциплинарных методов изучения психических явлений, формализации психологического познания, проблемы объяснения и интерпретации данных экспериментальных исследований и мн. др. Данный труд является содержательным продолжением серии научных работ, посвященных проблемам эксперимента в психологии, выпущенных за последние годы: «Экспериментальная психология в России: традиции и перспективы», 2010; «Современная экспериментальная психология», 2011; «Экспериментальный метод в структуре психологического знания», 2012; «Естественно-научный подход в современной психологии», 2014.



Книга издана при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (РГНФ), проект № 16-06-14173

© ФГБУН Институт психологии Российской академии наук, 2016

ISBN 978-5-9270-0339-6

Литература

- Ким Дж., Мюллер Ч., Клекка У. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансы и статистика, 1989.
- Митина О. О некоторых метода анализа психосемантических данных // Современная психодиагностика России. Сборник материалов III Всероссийской конференции по психологической диагностики в 2 т. Челябинск. ЮУрГУ. 2015 Т. 1. С. 247–255.
- Митина О. В. Математические методы психосемантики // Когнитивные исследования / Отв. ред. В. Д. Соловьев. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2006. С. 69–93.
- Наследов А. Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. СПб., 2004.
- Петренко В. Ф., Митина О. В. Психосемантический анализ динамики общественного сознания (на материале политического менталитета. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1997.
- Петренко В. Ф. Основы психосемантики. 3-е изд. М.: Эксмо, 2010.
- Annotated SPSS Output Discriminant Analysis. UCLA: Statistical Consulting Group. http://www.ats.ucla.edu/stat/spss/output/SPSS_discrim.htm (дата обращения: 04.09.2016).
- Petrenko V. F., Mitina O. V. Using Psychosemantic Methods in Political Psychology // Psychology in Russia: State of the Art. 2008. V. 1. P. 239–264.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПАРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ОКУЛОМОТОРНОЙ АКТИВНОСТИ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ¹

И. А. Басюл, К. И. Ананьева, А. Н. Харитонов, Н. О. Товуу

Центр экспериментальной психологии МГППУ, Московский институт психоанализа
ivbasul@gmail.com

Институт психологии РАН, Центр экспериментальной психологии МГППУ,
Московский институт психоанализа
ananyeva@inpsyho.ru

Институт психологии РАН
ankhome47@list.ru

Тувинский государственный университет
tovuu@mail.ru

Примерно с середины 1970-х годов предпринимались попытки использовать регистрацию движений глаз в исследованиях познавательных процессов в различных ситуациях общения. Учитывая, однако, сложность использовавшихся тогда устройств, периферию которых представляли собой крепившиеся на анестезированном глазу присоски, а регистрирующая система – охватывающей голову испытуемого индукционную катушку, что делало их как бы «привязанными» к условиям закрытого помещения с подведенными кабелями различного назна-

1 Работа поддержана грантом РГНФ проект № 16-16-17007 «Становление и характер коммуникативных навыков тувинцев в условиях использования современных телекоммуникационных технологий».

чения и дополнительной усилительной и регистрирующей аппаратурой, такие эксперименты проводились исключительно в лабораторных условиях. Несмотря на то, что современные системы этого типа являются наиболее точными аппаратами для регистрации окуломоторной активности, их инженерно-техническое решение также предполагает работу в лабораторных условиях. Эти же ограничения вместе с необходимостью on-line и/или off-line синхронизации в случае одновременного использования двух регистрирующих устройств и некоторые другие сложные технические проблемы ограничивают такие эксперименты использованием одного комплекта аппаратуры, задавая, таким образом как бы монологическую ситуацию, в которой один из испытуемых выступает в качестве «инструктора» («helper»), а другой в качестве «исполнителя» («worker»), причем регистрация взора, как правило, ведется у последнего (см. напр.: Грудзинская, 1978). Попытки off-line синхронизации записей с двух устройств сталкиваются с трудностями другого рода, вызванными по преимуществу необходимостью фиксации отклонений в режимах работы двух комплексов, требующей введения в регистрирующие контуры дополнительной измерительной аппаратуры.

С разработкой и появлением в коммерческом доступе устройств для неинвазивной регистрации движений глаз – айтрекеров – были предприняты и первые попытки их использования для сбора данных по окуломоторной активности у диады испытуемых (Ананьева, Харитонов, 2009, 2010; Gergle, Clark, 2012). Это позволило исследовать зрительное внимание во взаимодействии диады испытуемых при совместном решении экспериментальной задачи «диалогического» типа, но возникли новые трудности синхронизации и появилась проблема потери части данных при использовании трекеров носимого типа (шлемы или очки). В поисках оптимальной возможности использования устройств этого типа, ряд исследователей (Ананьева, Харитонов, 2011) использовали конфигурацию в составе нескольких компьютеров и двух стационарных трекеров (Ананьева и др., 2012; Kharitonov et al., 2012). В частности, нами была разработана и апробирована конфигурация из четырех системных блоков, использовавшихся для обеспечения работы айтрекеров и их синхронизации, двух мониторов для предъявления стимульного материала и работы испытуемых с ним, штатного контрольного монитора одного из трекеров и ноутбука для управления всем комплексом, что позволило добиться удовлетворительного качества «сырых» данных и провести тестирование комплекса в соответствии с исходным замыслом парного эксперимента. Помимо регистрации движений глаз, комплекс позволяет синхронно регистрировать деятельность испытуемых (операции мышью) и их диалог в ходе выполнения экспериментального задания. При апробации комплекса в качестве тестовой задачи – она же экспериментальная – использовалась модифицированная методика Г. А. Цукерман «Рукавичка» (Цукерман, 2000), реализованная в оригинальной программе «Варежка» и позволявшая изолированным друг от друга испытуемым, совещаясь, разрисовывать шаблоны «половинок варежки» с целью добиться их совпадения при совмещении двух «половинок» (Жердев, Ананьева, Харитонов, 2012). Участники эксперимента должны в отсутствие прямого зрительного контакта раскрасить имеющиеся у каждого из них шаблоны в форме варежки таким образом, чтобы при наложении раскрашенной каждым из участников половины образовалась целая варежка. Разме-

ры шаблонов должны совпадать, а их ориентация и нанесенные рисунки должны были быть зеркально симметричными для успешного выполнения задачи. Предложенный аппаратно-программный комплекс дает удовлетворительные результаты при использовании в лабораторных условиях, позволяя собирать и синхронизировать данные о деятельности испытуемых, динамике перемещения их взоров и их беседе.

В то же время его использование вне оборудованной лаборатории сталкивается с целым рядом технических трудностей, максимально преодолеть которые мы стремились в ходе разработки новой программно-аппаратной реализации методики «Рукавичка». Основная задача вновь разработанного комплекса – обеспечение возможности проведения полевых экспериментальных исследований в удаленных регионах, где весьма затруднителен монтаж большого числа единиц компьютерной техники, но при этом по-прежнему необходима запись значительного числа показателей. Для достижения этой цели мы стремились максимально ограничить количество используемых аппаратных средств, а также применять в составе комплекса наиболее простые и недорогие трекеры, чтобы иметь возможность заменить из резерва любую единицу оборудования в случае повреждения при транспортировке или в других нештатных обстоятельствах, с которыми сталкивается исследователь при проведении полевых работ в условиях значительного удаления от крупных населенных пунктов.

Аппаратно-программный комплекс «Варежка», v. 2.0

Как и в первой аппаратно-программной реализации, при разработке новой версии программно-аппаратного комплекса особое внимание уделялось синхронизации регистрируемых данных от обоих испытуемых.

Аппаратная часть. Аппаратной платформой разработанного программно-аппаратного комплекса стали два персональных компьютера-ноутбука, соединенные Ethernet-сетью. Компьютеры осуществляли формирование графических инструментов, с которыми предлагалось работать испытуемым, а также регистрацию поведенческих данных (действия мышью). Регистрация окуломоторной активности испытуемых осуществляется при помощи трекеров *Eye Tribe*, частота регистрации – 60 Гц. На компьютерах используются ЖК-мониторы с частотой обновления 60 Гц и разрешением экрана 1920×1080 pix.

Применение высокоуровневого языка программирования с набором модулей для расширения его функциональных возможностей – программа разработана в среде Python 2.7.6 с пакетом модулей PyGame 1.9.1 – предъявляет повышенные требования к производительности компьютера, поскольку инструкции здесь не компилируются в машинный код, а исполняются интерпретатором, эффективность работы которого ниже, чем у аналогичной программы, реализованной, например, на языке C++ и скомпилированной в двоичные файлы. Такой подход не позволяет создавать высокоэффективные приложения, однако существенно упрощает процесс разработки, позволяет оперативно модифицировать программу, сохраняя при этом ее работоспособность. Такой компромисс нам видится вполне адекватным для исследовательских задач. Запись в процессе работы сразу нескольких потоков данных (экран, с которым работает ис-

пытуемый, звук, положение взора) и высокая частота следования синхрометок дополнительно увеличивают эти требования. Опытным путем было выяснено, что вполне достаточную производительность демонстрируют ноутбуки на базе процессора Intel Core i7-5600U с 8 Гб оперативной памяти. Очевидно, можно ожидать адекватной работы и от других компьютеров аналогичного или более высокого уровня производительности.

Программная часть. Компьютерная программа предъявляет каждому испытуемому на экране три одинаковых по форме, но разных по размеру шаблона, напоминающие половинку варежки. Прежде чем приступить к зарисовыванию заготовки, испытуемые должны были выбрать один из шаблонов щелчком графического манипулятора «мышь» (активированная заготовка выделяется более светлым фоном). При помощи специальных инструментов, предложенных на данном экране в окнах справа, испытуемый может вращать заготовку, а также зеркально отражать ее (рисунок 1).

После выбора шаблона испытуемым предлагается набор инструментов для рисования в поле заготовки. Набор инструментов позволяет выбирать цвет на палитре. Палитра цветов представлена не строгим набором заданных цветов, а плавными градиентами от одного цвета к другому, что исключает возможность выбора цвета по номеру ячейки или иным упрощенным способом. Возможен выбор размера кисти – так же при помощи плавного регулятора, и исправление или удаление уже нанесенного рисунка (рисунок 2).

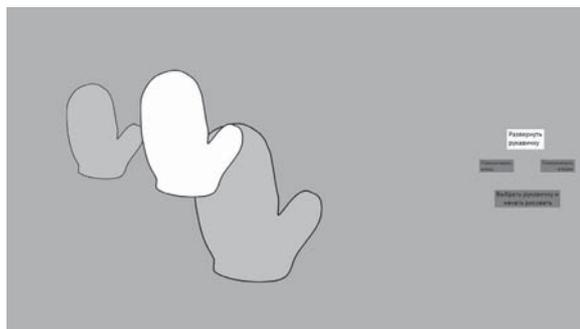


Рис. 1. Графический интерфейс программы с инструментами для выбора шаблона и его модификации

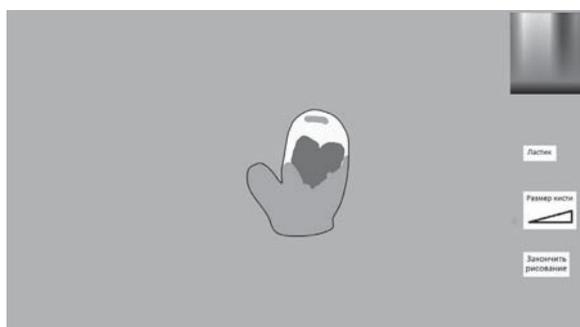


Рис. 2. Графический интерфейс программы с инструментами для рисования

После того, как, по мнению испытуемых, они завершили эту часть задания, осуществляется предъявление обоим испытуемым результата их коллективной работы (рисунок 3).

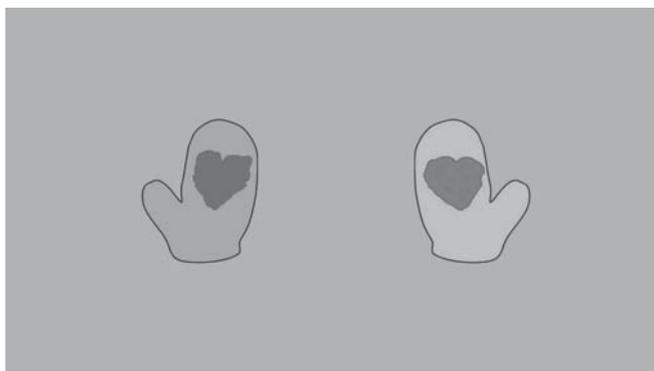


Рис. 3. Экран сопоставления результатов работы пары испытуемых. В данном случае испытуемые успешно выполнили задачу

Функции отмены действий испытуемого не предусмотрено в целях максимального сохранения соответствия данной электронной версии методики «Варежка» исходной методике «Рукавичка», проводимой в «бумажном» варианте.

Регистрируются данные о положении взгляда испытуемых на рабочем экране с частотой 60 Гц, содержимое экрана, речь и координаты указателей мыши для каждого сформированного кадра. Запись положения взгляда осуществляется стандартным ПО *Eye Tribe*. Запись экрана, звука, а также управление работой айтрекерного оборудования осуществляется при помощи оригинального программного обеспечения, разработанного на основе среды Python 2.7.6.

Синхронизация записываемых данных осуществляется в каждый момент формирования нового кадра в программе, где испытуемые разрисовывают один из шаблонов. При этом выполняется отправка метки в айтрекерные данные, а также производится отправка синхрометки в программу, с которой работает второй испытуемый. Одновременно с этим происходит сохранение каждого сформированного кадра и координат мыши. Таким образом, каждый из компьютеров, на которых работают испытуемые в данном эксперименте, сохраняет полный лог работы самого испытуемого в процессе эксперимента, а также полный набор синхрометок, полученных от второго испытуемого. Для синхрометок использовался UDP-протокол передачи сообщений по локальной сети. Данный протокол обеспечивает несколько меньшую надежность доставки сообщений, чем стандартный TCP/IP, однако это компенсируется существенно большей скоростью доставки этих сообщений, что в случае работы с синхрометками является приоритетной задачей. Одновременно расширяются возможности применения айтрекерного оборудования, поскольку крупные производители подобного оборудования (например, вся гамма айтрекеров SMI, стационарных и портативных) для системы управления собственными устройствами используют, в основном, именно UDP-сообщения.

Апробация аппаратно-программного комплекса «Варежка», v. 2.0

Испытуемые. В исследовании приняли участие 20 испытуемых в возрасте от 11 до 24 лет с нормальным или скорректированным до нормального зрением. Испытуемые работали в парах, пары формировались согласно предпочтению самих участников.

Процедура. Перед началом работы испытуемым озвучивалась инструкция, в которой содержалась общая информация о характере предстоящей задачи, а также о способах её выполнения. После этого испытуемые проходили ознакомление с рабочим окружением, в котором им предстояло выполнить поставленную задачу: они могли посмотреть и испробовать, как работают различные кнопки в программе, где им нужно было двигать и вращать заготовки и разрисовывать их. На этом этапе испытуемые могли выбрать один из шаблонов, разрисовать его, а после окончания сопоставить его с результатом аналогичной тренировки своего партнера. После того, как испытуемые ознакомились с рабочим окружением, а также хорошо усвоили задачу, проводилась основная серия, где испытуемые должны были последовательно разрисовывать три шаблона-половинки «варежки». После завершения рисования на каждой из заготовок, они могли сопоставить свой результат с результатом работы своего партнера и тем самым оценить успешность общего решения поставленной задачи. Шаблон, который уже был однажды использован в основной серии, в последующем удалялся с экрана выбора и модификации шаблонов. Таким образом, каждая пара испытуемых выполняла три «зачетные попытки» разрисовать шаблоны таким образом, чтобы размеры заготовок совпали, а ориентация и расположение рисунка были зеркальным отображением.

Результаты. Апробация разработанного программно-аппаратного комплекса показала, что при данной конфигурации задачи и предоставляемых инструментов для её решения испытуемые затрачивают примерно от 10 до 15–20 минут на выполнение всего задания. Различия между людьми, имеющими значительный опыт работы с персональным компьютером (работа или наличие ПК дома), и людьми, практически не имеющими такого опыта, минимизируются после прохождения ознакомления и тренировочного разрисовывания одного из шаблонов рукавички. Более точную оценку этих различий в скорости работы, частоте и разнообразии применяемых инструментов можно будет сделать по результатам более широких исследований.

Использованное в тестовой серии айтрекерное оборудование – трекары *Eye Tribe*, 60 Гц – показали достаточно хорошую работоспособность для такого портативного и недорогого устройства. В среднем количество потерянных данных, когда трекары по каким-то причинам не осуществляли регистрацию направления взора испытуемого, находилось в пределах приемлемых 10–20% (Gergle, Clark, 2011), но иногда достигало 30%. Такие большие значения количества потерянных данных наблюдались в ситуациях, когда не удавалось провести высококачественную калибровку и подстройку трекара под конкретного испытуемого. Поскольку причины, обуславливающие недостаточную точность и качество настройки в этих случаях, пока недостаточно ясны, на данный момент эти блоки данных из дальнейшего анализа исключаются. Возможен также вариант отказа от проведения экспериментов с «некалибруемыми» участниками.

В настоящее время разработка подходов к обработке данных, собранных в режиме тестирования комплекса и в последующих аналогичных экспериментальных сериях, продолжается. Однако уже сейчас можно говорить о возможности анализа качества решения задачи (согласованный рисунок на шаблонах-половинках «варежки») в связи с параметрами окуломоторной активности испытуемых, согласованности их общения в процессе выполнения задачи, направления взоров и их координации («совмещенное внимание») и действий применяемыми инструментами. Вероятно, в дальнейшем, по ходу развития экспериментального дизайна и выполнения основных экспериментальных серий, этот перечень может быть расширен.

Для обработки данных, записываемых разработанным программно-аппаратным комплексом, возможно применение в основном свободных решений. Авторы применяют среды Python 2.7 и R 3.1 (R Core Team, 2015). Данный выбор обусловлен использованием айтрекерного оборудования, для которого не существует штатное ПО для обработки регистрируемых данных. Хотя, справедливости ради, следует отметить, что даже фирменные программные продукты таких признанных производителей исследовательского оборудования, как например, SMI, часто оказываются недостаточными для решения задач обработки данных в случае использования экспериментального дизайна с диадой участников.

Таким образом, разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет реализовать методику «Варежка» на основе легко перемещаемого и разворачиваемого комплекта компьютерного и исследовательского оборудования, что позволяет проводить исследования не только в строгих лабораторных условиях, но в полевых условиях в отдаленных регионах. Кроме этого – в отличие от традиционной формы выполнения методики «Рукавичка» на бумажных заготовках при помощи карандашей – такая реализация позволяет регистрировать, наряду с диалогом и результатами работы испытуемых, показатели их текущей деятельности и зрительного контроля, что существенно расширяет исследовательские возможности методики.

Литература

- Ананьева К. И., Жегалло А. В., Куракова О. А., Харитонов А. Н.* Регистрация движений глаз в коммуникативных ситуациях: методические проблемы // Развитие психологии в системе комплексного человекознания. Часть 2 / Отв. ред. А. Л. Журавлев, В. А. Кольцова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2012. С. 141–144.
- Ананьева К. И., Харитонов А. Н.* Новые возможности в исследованиях коммуникативных ситуаций // Психологические и психоаналитические исследования / Под ред. Лебедева А. Н. М.: Институт психоанализа, 2009. С. 21–34.
- Ананьева К. И., Харитонов А. Н.* Методологические проблемы исследования окуломоторной активности в коммуникативных ситуациях // Психологические и психоаналитические исследования 2010–2011 / Под ред. Н. Л. Нагибиной. М.: Московский институт психоанализа–Издатель А. В. Воробьев, 2011. С. 36–49.
- Грудзинская И. К.* Экспериментальное изучение решения перцептивно поисково-опознавательных задач в условиях взаимодействия двух операторов: Дис. ... канд. психол. наук: 19.00.03. М., 1978.

- Жердев А. Ю., Ананьева К. И., Харитонов А. Н.* Метод обработки данных парного эксперимента с регистрацией движений глаз // Экспериментальный метод в структуре психологического знания / Под ред. В. А. Барабанщикова. М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2012. С. 174–181.
- Цукерман Г. А.* Как младшие школьники учатся учиться? М.–Рига: ПЦ «Эксперимента», 2000. С. 146–152.
- Gergle D., Clark A. T.* See What I'm Saying? Using Dyadic Mobile Eye Tracking to Study Collaborative Reference // CSCW. 2011. P. 435–444.
- Kharitonov A., Zhegallo A., Ananyeva K., Kurakova O.* Registering eye movements in collaborative tasks: methodological problems and solutions // Perception. 2012. V. 41 (Supplement). P. 104–105.
- R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. URL <http://www.R-project.org> (дата обращения: 15.08.2016).

**ЛАБОРАТОРНАЯ И МОБИЛЬНАЯ ВЕРСИИ МЕТОДА HAND-TRACKING
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРВИЧНЫХ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ
ЧЕЛОВЕКА ПО ИХ МОТОРНЫМ ПРОЯВЛЕНИЯМ¹**

В. А. Антонец, М. А Антонец, В. Ю. Погодин, А. Ю. Крюков, Н. Э. Ильин

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

Институт прикладной физики РАН, ЗАО «МА-тек»

antonetsva@gmail.com

В докладе описаны лабораторная (программно-аппаратная) и мобильная версии метода hand-tracking (Антонец и др., 2011), предназначенного для измерения персональных количественных параметров перцептивных систем человека, обеспечивающих восприятие чувственных стимулов различной модальности. Предложенный метод позволяет проводить измерения в реальном масштабе времени и не предполагает вербализации. Он основан на том простом факте, отмеченном еще Сеченовым (1891), что человек использует ощущения в системе обратной связи для управления своими функциями, например, движением.

Метод реализуется следующим образом. Испытуемому предоставляется возможность с помощью того или иного манипулятора в динамическом режиме управлять параметрами виртуальных зрительных или звуковых объектов, генерируемых компьютером и предъявляемых испытуемому. Далее перед испытуемым ставилась задача, ориентируясь исключительно на свои ощущения, сформировать с помощью этого манипулятора зрительный и/или звуковой виртуальный объект с определенными параметрами. Таким образом, управляемый виртуальный объект становится сенсорным стимулом. Измеряя величину статических и динамических отклонений параметров формируемого испытуемым объекта от параметров, требуемых в поставленной экспериментатором задаче, мы получаем возможность в реальном режиме времени без вербализации ощущений испытуемого измерять абсолютные и дифференциальные по-

¹ Работа выполнена при поддержке РФФИ по проекту № 13-04-12063.