

Инновационные инструментальные технологии в системе клинико-психологической диагностики и реабилитации*

М.С. Ковязина, Е.И. Рассказова, Г.Я. Меньшикова, А.И. Ковалев, Н.А. Варако

Статья посвящена актуальной проблеме внедрения инновационных технологий в клинико-психологическую диагностику и реабилитацию больных.

Обсуждаются результаты исследования провокации телесных ощущений при выполнении задания по саморегуляции с помощью метода биологической обратной связи. Полученные данные иллюстрируют важнейший вопрос в исследованиях эффективности реабилитации при помощи технических средств, связанный с выявлением возможных осложнений и описанием механизмов их возникновения.

Описывается метод диагностики нарушений кратковременной пространственной памяти при использовании систем виртуальной реальности (ВР). Предлагается сценарий взаимодействия пациента с виртуальными средами (ВС) для диагностики нарушений объема памяти, а также запоминания локализации объектов. Также описываются уникальные диагностические протоколы выявления нарушений в системе определения положения и ориентации тела человека в пространстве. Отличительной особенностью методики является применение авторских сред ВР с параметрами воздействия, скорректированными под конкретного пациента, а также применение метода регистрации движения глаз в качестве способа построения реабилитационной технологии.

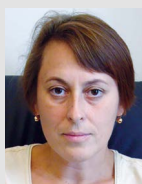
Ключевые слова: клинико-психологическая реабилитация, виртуальная реальность, айтрекинг, биологическая обратная связь.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 17-29-02169).

Введение

В последние 15–20 лет наблюдается растущий интерес к научно-исследовательской и практической реабилитационной работе, связанный с внедрением в клиническую практическую деятельность инновационных инструментальных технологий.

В связи с этим приобретает особую актуальность научно обоснованная адаптация современных информационных технологий – биологической обратной связи (БОС, в том числе и нейробиоуправления), виртуальной реальности (ВР), техник айтрекинга (АТ) и нейробиоуправления (НБУ) – к нуждам клинической практики, в том числе и к клинико-психологической диагностике и ре-



КОВЯЗИНА

Мария Станиславовна

член-корреспондент РАО,
Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова,
Научный центр неврологии



РАССКАЗОВА

Елена Игоревна

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова,
Научный центр психического здоровья



МЕНЬШИКОВА

Галина Яковлевна

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова



КОВАЛЁВ

Артём Иванович

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова



ВАРАКО

Наталья Александровна

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова,
Научный центр неврологии

абилитации при нарушениях когнитивных и эмоциональных процессов. На первый план выходят вопросы повышения психометричности, персонализированности, экологичности и эффективности диагностических и реабилитационных методов с целью формирования у пациента мотивации к лечению и реабилитации, адекватной «внутренней картины болезни», активизации имеющегося реабилитационного потенциала для восстановления психических процессов уже в раннем восстановительном периоде.

В основе использования инновационных технологий в диагностике и реабилитации больных заложен целый ряд психологических, педагогических и экономических принципов: возможность создавать виртуальные трехмерные среды, максимально приближенные к реальному трехмерному миру; возможность быстрой содержательной модификации этих сред с учетом индивидуального опыта пациента; возможность использования условно-рефлекторной регуляции физиологических процессов организма, основанной на принципе биологической обратной связи, осуществляемой с помощью аппаратно-программных компьютерных комплексов; возможность изменения (качественного и количественного) показателей биологической обратной связи в связи с диагностическими и реабилитационными задачами; возможность подбора адекватных нагрузок с учетом индивидуальных особенностей человека и тяжести его состояния; возможность контроля и фиксации процесса и результатов выполнения каждого пациента (например, формы отчета) в условиях реального времени, что позволяет специалистам мультидисциплинарной бригады совместно с пациентом оперативно просматривать и анализировать процесс диагностики или реабилитации; возможность для пациента самому наблюдать за динамикой восстановления; возможность повышения его мотивации путем создания более интерактивных и эмоционально окрашенных виртуальных сред; возможность использования их не только в стационарных, но и в домашних условиях; возможность уменьшения рутинной нагрузки на персонал в медицинских учреждениях; возможность проведения диагностических и реабилитационных мероприятий с несколькими пациентами одновременно.

Инновационные инструментальные технологии входят в стандарт оснащения центров и отделений медицинской реабилитации, определенный в Приказе Министерства здравоохранения Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 1705н, а также являются прогрессивным рабочим инструментом для медицинских учреждений в рамках Федерального закона о телемедицине от 29 июля 2017 г. № 242-ФЗ.

В этом контексте особое значение приобретает понимание нежелательных последствий (усиление или провокация психогенных побочных эффектов) от применения таких технологий и знание возможностей их минимизирования.

Исследование провокации телесных ощущений при истинной и ложной БОС у условно здоровых испытуемых

С целью выявления психологических факторов провокации телесных ощущений при использовании БОС 36 человек (15 мужчин и 21 женщина в возрасте от 18 до 25 лет, средний возраст 20.0 ± 1.9 лет) без тяжелых соматических заболеваний, а также хронических заболеваний в стадии обострения выполняли задачу удержания графика БОС, представленного на экране, на минимальных значениях [1]. Во всех случаях с целью создания общей «соматической готовности» – внимания к своим ощущениям – до начала исследования респондентам давалась инструкция, чтобы они были внимательны к своим ощущениям во время выполнения задания. Предполагалось, что общее внимание к ощущениям может способствовать их провокации в эксперименте, однако вероятность провокации будет зависеть от следующих условий, которые либо моделировались, либо измерялись в исследовании: тип БОС и субъективное отношение к телесному ощущению.

БОС была истинной или ложной. При ложной БОС график на экране изменялся случайным, не зависящим от респондента образом. Предполагалось, что ложная БОС моделирует ситуацию, когда внешняя информация и интрацептивные ощущения рассогласованы, поэтому телесные ощущения при ложной БОС менее вероятны, чем при истинной, и могут появляться у небольшой группы респондентов, которые не могут оценить точность получаемой обратной связи. Истинная и ложная БОС

предъявлялись интериндивидуально (каждому респонденту); порядок их предъявления был рандомизирован.

Субъективное отношение к телесному ощущению моделировалось как позитивное (11 человек), негативное (15 человек) и нейтральное (10 человек). Позитивное отношение моделировалось следующим дополнением к основной инструкции: «По данным международных исследований, во время этого задания у творчески одаренных, успешных в профессиональной деятельности, доброжелательных и открытых, интеллектуальных людей могут возникать внутренние ощущения в теле, соматические симптомы – в основном, это ощущения в области головы и шеи». Негативное – следующим дополнением к основной инструкции: «По данным международных исследований, во время этого задания у склонных к стрессам и неврозам, неуравновешенных и импульсивных людей, испытывающих трудности контроля эмоций, часто возникают внутренние ощущения в теле, соматические симптомы – в основном, это ощущения в области головы и шеи».

Склонность к соматизации оценивалась при помощи скрининга соматоформных симптомов [2]; опросника когнитивных представлений о теле и здоровье [3].

Во время БОС измерялись: электрокардиограмма, фотоплетизмограмма, кожно-гальваническая реакция, дыхание. После этапов истинной и ложной БОС респондентов опрашивали об их телесных ощущениях, а также они оценивали субъективную успешность выполнения задания (оценивалась испытуемыми от 0 «не справился с заданием» до 10 – «максимально успешно справился с заданием»).

Исследование показало, что телесные ощущения наиболее часто возникали в группе с положительной инструкцией, наиболее редко – в группе с нейтральной инструкцией. При положительной инструкции

они чаще были локализованы в области головы и шеи, при отрицательной респонденты называли другие части тела. Различия в частотах между группами были средними по силе эффекта (*Cramer's* $V = 0.31$), но уровня значимости они не достигали ($\chi^2 = 6.88$, $p = 0.14$). Различия на уровне значимости $p < 0.05$ выявлялись, если учитывалась локализация только в области головы ($\chi^2 = 9.52$, $p < 0.05$, *Cramer's* $V = 0.36$): как при нейтральной, так и при положительной инструкциях респонденты были более склонны отмечать ощущения в области головы, чем при отрицательной инструкции (отношение шансов $OR = 6.5$ и $OR = 3.7$ соответственно); при отрицательной инструкции они чаще отмечали ощущения другой локализации.

Ощущения чаще возникали при истинной БОС (21 человек, 58.3%) и реже – при ложной БОС (13 человек, 36.1%). В среднем респонденты оценивали свою успешность выше после истинной БОС и ниже – после ложной ($t = 4.00$, $p < 0.01$, $\eta^2 = 0.31$).

Респонденты, отмечавшие любые телесные ощущения в ходе эксперимента, по сравнению с теми, кто не отмечал у себя ощущений, были более убеждены в слабости своего тела и его уязвимости к внешним факторам ($F = 4.27$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.12$), а также жаловались на большее количество соматических симптомов, не имеющих медицинского объяснения (в среднем 5.75 ± 4.01 симптома у тех, кто испытывал телесные ощущения, и 3.08 ± 2.23 симптома у тех, кто не испытывал) – однако при учете в анализе типа инструкции последнее различие достигало лишь уровня тенденции ($F = 3.32$, $p < 0.08$, $\eta^2 = 0.10$).

Вероятность телесных ощущений при положительной и отрицательной инструкциях, но не при нейтральной, выше у респондентов, более склонных к катастрофизации в отношении телесных ощущений ($F = 4.18$, $p < 0.05$, $\eta^2 = 0.22$).

Таким образом, сама по себе задача внимания и регуляции своих телесных ощущений, которая ставится при БОС, может в определенных условиях быть сопряжена с риском провокации ощущений. Так, телесные ощущения возникли у половины респондентов и локализовались исключительно в той области, внимание к которой привлекалось инструкцией. При положительной инструкции доминировали ощущения в области головы и шеи – то есть окрашенные положительным смыслом, а при отрицательной – такие ощущения, наоборот, были крайне редки, и респонденты называли различные другие локализации.

Результаты сравнения склонности к соматоформным симптомам и когнитивных представлений позволяют разделить общие и зависящие от инструкций факторы риска телесных ощущений. К числу

общих факторов относится представление о слабости и уязвимости своего тела и общая склонность к соматоформным симптомам. Можно предполагать, что независимо от инструкции, «прислушивание» к своему телу и физиологическим процессам и ожидание определенных телесных реакций чаще провоцируют последние у тех, кто в целом склонен к соматическому реагированию в различных условиях. Катастрофизация в отношении ощущений является, по-видимому, специфическим фактором, усиливающим вероятность телесных реакций, только если они окрашены некоторым смыслом – положительным или отрицательным. Склонность к катастрофизации в условиях ожидания важных для человека ощущений (неважно, к которым он стремится или которых избегает) может усиливать как сами ощущения, так и внимание к ним, становясь дополнительным фактором-триггером.

Ситуация, когда провокация телесных ощущений возникает при ложной БОС, относительно редка, и, возможно, является проявлением меньшей опоры испытуемого на интрацептивные ощущения, что требует уточнения в дальнейших исследованиях.

Системы ВР в диагностике и реабилитации пациентов с нарушениями пространственных функций

Одной из наиболее эффективных технологий, проявивших себя в клинической реабилитации, является технология виртуальной реальности [4, 5]. С помощью ВР типа CAVE нами был разработан метод оценки нарушений пространственной функции в кратковременной памяти. Для этого использовались современные представления о процессах формирования пространственных репрезентаций внешней среды, кодирующих пространственные отношения между объектами и наблюдателем. Выделяют два типа пространственных репрезентаций: эгоцентрические репрезентации (ЭР), сохраняющие информацию о положении объектов относительно наблюдателя, и аллоцентрические репрезентации (АР), кодирующие информацию о взаимном расположении объектов друг относительно друга [6]. Роль ЭР, как правило, более значима в таких задачах, как «достать рукой», а АР – в задачах типа «дойти из пункта А в пункт Б».

Разработка метода оценки эффективности кодирования пространственной информации в кратковременной памяти включала решение трех задач: создание интерактивной стимульной среды, разработку задач для актуализации ЭР и АР типов запоминания пространственной информации, а также разработку метода оценки точности их воспроизве-

дения. Предполагалось, что точность воспроизведения будет значительно различаться в зависимости от того, какой тип пространственных репрезентаций будет использоваться для реконструкции сцены.

В эксперименте принимали участие 36 добровольцев (18 женщин и 18 мужчин, средний возраст 23 ± 2 года).

Участнику последовательно предъявлялись 18 виртуальных сцен (по 25 с), состоящих из 7 объектов. Ставилась задача запомнить сцену. Затем обозначался ракурс мысленного наблюдения этой сцены («спереди, сверху или слева») и предлагалось воспроизвести сцену в соответствии с заданным ракурсом наблюдения. При воспроизведении сцены «спереди» участник опирался на ЭР тип кодирования, тогда как при воспроизведении сцены «слева или сверху» использовался АР тип.

Для оценки точности воспроизведения был разработан комплексный метод, включающий оценку успешности идентификации объектов (объем кратковременной памяти), а также оценку успешности локализации объектов по трем параметрам (топологическому, отражающему точность воспроизведения взаимного расположения объектов сцены; метрическому, отражающему расстояния между объектами; параметру глубины, отражающему точность воспроизведения расположения объектов по глубине).

Оценка успешности идентификации объектов при воспроизведении сцены показала, что участники с высокой вероятностью воспроизводили 6–7 объектов сцены вне зависимости от того, из какого мысленного ракурса осуществлялось ее воспроизведение. Оценка успешности воспроизведения локализации объектов по топологическому параметру выявила адекватное воспроизведение взаимного расположения объектов сцены для ЭР типа кодирования. При оценке эффективности АР типа кодирования число ошибок возрас-

тало при воспроизведении сцены из ракурсов «слева» и «сверху», причем их число было значимо выше в задаче воспроизведения из ракурса «спереди» по сравнению с ракурсом «слева» ($t = 3.01, p < 0.005$).

Оценка успешности воспроизведения локализации объектов по метрическому параметру показала, что число ошибок существенно возросло по сравнению с ошибками воспроизведения по топологическому параметру ($t = 4.43, p < 0.01$). Полученные данные свидетельствуют о существенно более низком уровне кодирования метрической информации в кратковременной памяти.

Данные по успешности воспроизведения локализации объектов по параметру глубины показали низкую точность воспроизведения, сравнимую с точностью воспроизведения по метрическому параметру. При этом параметры глубины более успешно воспроизводились из эгоцентрического ракурса «спереди», хуже – из аллоцентрического ракурса «слева» ($t = 2.77, p < 0.01$) и еще хуже – из аллоцентрического ракурса «сверху» ($t = 5.49, p < 0.01$).

В целом исследование показало, что ЭР тип кодирования по всем параметрам (топология, метрика, глубина) формируется значимо точнее, чем АР тип, что согласуется с результатами других исследований [7, 8]. Кроме того, независимо от ракурса топологические параметры ментального пространства сохраняются в кратковременной памяти значимо точнее, чем параметры глубины, которые, в свою очередь, кодируются более точно, чем параметры метрики.

Нарушение пространственных функций может проявляться и в отношении системы определения положения и ориентации тела в пространстве (СОПОПТ), которая включает в себя сенсорные (зрительный, вестибулярный и проприоцептивный каналы), центральные (распределенную в головном мозге сеть центров обработки информации) и мотор-

ные (движения тела, движения глаз) звенья. Одной из причин возникновения нарушений в работе СОПОПТ является сенсорный конфликт между зрительным и вестибулярным сигналами [9], который может быть успешно смоделирован с применением систем ВР, поскольку в них неподвижный пользователь может наблюдать движущуюся стимуляцию [10].

В условиях ВР типа CFVE был проведен эксперимент, направленный на поиск наиболее информативных показателей глазодвигательной активности, отражающих степень нарушения устойчивости СОПОПТ. Регистрация глазодвигательной активности осуществлялась с помощью системы SMI Eye Tracking Glasses.

В первой части эксперимента использовалась стимуляция в виде 256 синих шаров, движущихся одновременно со скоростью 60 угловых градусов в секунду одновременно относительно каждой из 3 осей вращения на черном фоне по эллипсовидной траектории с изменением угла наклона. Стимуляция предъявлялась последовательно в трех условиях, различающихся шириной угла обзора – 45°, 90° и 180°. Время одного предъявления – 2 мин.

В эксперименте приняли участие испытуемые, обладающие различной степенью устойчивости СОПОПТ. Были отобраны и сформированы три экспериментальные группы (30 спортсменов-фигуристов, 30 футболистов, 30 ушуистов) и контрольная группа из 20 студентов, не занимающихся профессионально или полупрофессионально какими-либо видами спортивной деятельности (средний возраст 20 ± 2 года).

Результаты выявили значимые различия в глазодвигательных показателях между группами в разных условиях предъявления стимуляции ($F(16) = 77.867, p = 0.001$). При ширине угла обзора в 180° группа фигуристов продемонстрировала наибольшее количество фиксаций и морганий, а также саккад с наименьшей амплитудой по сравнению с другими группами. Подробный анализ пространственно-временных траекторий движений глаз фигуристов обнаружил, что, начиная с условий предъявления стимулов при ширине угла обзора в 90°, в движениях глаз отмечается возникновения стойкого оптокинетического нистагма (ОКН) – двухфазных движений глаз, состоящих из медленной фазы прослеживания стимула и возвратного скачка в точку фиксации. У других групп ОКН в течение третьего условия наблюдения стимуляции разрушался, что означает наличие у испытуемых с высокой степенью устойчивости СОПОПТ сохраненных компенсаторных глазодвигательных механизмов поддержания устойчивости ориентации в пространстве даже в условиях погружения в ВР.

Гипотеза второй части эксперимента заключалась в том, что степень сенсорного конфликта и интенсивность нарушения СОПОПТ положительно связаны с изменениями динамики медленных фаз ОКН. Была разработана виртуальная среда, представляющая собой оптокинетический барабан – цилиндр, поверхность которого окрашена в чередующиеся черные и белые полосы шириной в 12 угловых градусов каждая. Цилиндр совершал вращения вокруг испытуемого в горизонтальной плоскости вокруг вертикальной оси по и против часовой стрелки со скоростями 30, 45 и 60 угловых градусов в секунду. Длительность каждого вращения – 2 минуты. Всего в эксперименте использовалось 18 предъявлений стимуляции.

В эксперименте приняли участие 17 испытуемых (10 мужчин и 7 женщин, средний возраст 23 ± 2 года).

Зависимой переменной стал коэффициент усиления глазодвигательной системы (КуГДС) – отношение скорости медленной фазы ОКН к скорости движения стимуляции при данной скорости вращения.

Было обнаружено значимое влияние фактора скорости вращения стимула ($F(8) = 143.438$, $p < 0.001$). КуГДС при скорости вращения 60 град/с значительно отличались от КуГДС при других скоростях вращения ($p < 0.001$, $t = 6.771$ и $t = 5.112$ при сравнении с 30 и 45 град/с соответственно).

Наблюдаемое снижение скорости медленных фаз происходило из-за явления угасания ОКН, которое заключается в том, что при повторном действии одинаковой стимуляции интенсивность нистагмической реакции снижается из-за утомления глазных мышц. Угасание ОКН приводило к невозможности стабилизации с четкого изображения. В результате имело место нарушение в работе СОПОПТ, и возникали неприятные симптомы – головокружение, дезориентация. Поэтому параметры ОКН, в частности скорость медленных фаз, могут быть использованы в качестве надежных индикаторов возникновения нарушений в работе СОПОПТ.

Полученные результаты иллюстрируют возможности использования средств ВР и АТ при нарушениях СОПОПТ. Оценка изменений нистагмической активности может служить надежным показателем в диагностических и восстановительных процедурах.

Заключение

Инновационные инструментальные технологии безусловно расширяет арсенал средств клинико-

психологической диагностики и реабилитации, делая их более современными, гибкими в использовании и экономически выгодными. Вопросы, касающиеся повышения результативности, эффективности и точности клинико-психологических диагностических и реабилитационных процедур с применением таких технологий, остаются открытыми и дискуссионными. До сих пор не хватает научных экспериментальных исследований, доказывающих вклад инновационных технологий в результаты клинико-психологической диагностики и реабилитации. Использование новых средств в дополнение или вместо диагностических и реабилитационных процедур делает их бессистемными и оторванными от единой целостной и согласованной системы реабилитационной помощи.

Только междисциплинарные исследования по системной организации и научно обоснованной адаптации новых информационных технологий к нуждам современной клинической практики будут способствовать поддержанию «психического здоровья» нации.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект №17-29-02169 «Современные информационные технологии (виртуальная реальность, айтрекинг, нейробиоуправление) в системе клинико-психологической диагностики и реабилитации лиц с нарушениями когнитивных и эмоциональных процессов»).

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project № 17-29-02169 “Modern information technologies (virtual reality, eye-tracking, neurobiology) in the system of clinical and psychological diagnosis and rehabilitation of persons with cognitive and emotional disorders”).

Литература

1. *Е.И. Рассказова, Ю.М. Мигунова, Г.А. Азиатская*
Теор. эксперим. психология, 2018, 11(1), 18.
2. *C. Botella, A. Garcia-Palacios, R.M. Baños, S. Quero*
PsychNology J., 2009, 7(1), 77.
3. *E. Coluccia, G. Iouse, M. Brandimonte*
J. Environ. Psychol., 2007, 27(2), 135.
DOI: 10.1016/j.jenvp.2006.12.005.
4. *V.A. Diwadkar, T.P. McNamara*
Psychol. Sci., 1997, 8, 302. DOI: 10.1111/j.1467-9280.1997.tb00442.x.
5. *D. Freeman, S. Reeve, A. Robinson, A. Ehlers, D. Clark, B. Spanlang, M. Slater*
Psychol. Med., 2017, 47(14), 2393.
DOI: 10.1017/S003329171700040X.
6. *R.L. Klatzky*
Spatial Cognition, 1998, 1404, 1.
7. *S.A. Palmisano, J. Kim*
Atten. Percept. Psychophys., 2009, 71(8), 1842.
DOI:10.3758/APP.71.8.1842.
8. *W. Rief, W. Hiller*
Psychosomatics, 2003, 44, 492. DOI: 10.1176/appi.psy.44.6.492.
9. *W. Rief, W. Hiller, J. Margraf*
J. Abnorm. Psychol., 1998, 107(4), 587.
DOI: 10.1037/0021-843X.107.4.587.
10. *T. Seno, K. Sawai, H. Kanaya, T. Wakebe, M. Ogawa, Y. Fujii, S. Palmisano*
i-Perception, 2017, 8(6), 1. DOI: 10.1177/2041669517742176.

English

Innovative Instrumental Technologies in the System of Clinical and Psychological Diagnosis and Rehabilitation*

Maria S. Kovyazina

RAE Corresponding Member,
Lomonosov Moscow State University
11-9 Mokhovaya Str., Moscow, 125009, Russia
Research Center of Neurology
80, Volokolamskoye Rd, Moscow, 125367, Russia
kms130766@mail.ru

Galina Y. Menshikova

Lomonosov Moscow State University
11-9 Mokhovaya Str., Moscow, 125009, Russia
gmenshikova@gmail.com

Elena I. Rasskazova

Lomonosov Moscow State University
11-9 Mokhovaya Str., Moscow, 125009, Russia
Mental Health Research Center
34 Kashirskoye Rd, Moscow, 115522, Russia
e.i.rasskazova@gmail.com

Artem I. Kovalev

Lomonosov Moscow State University
11-9 Mokhovaya Str., Moscow, 125009, Russia
artem.kovalev.msu@mail.ru

Nataliya A. Varako

Lomonosov Moscow State University
11-9 Mokhovaya Str., Moscow, 125009, Russia
Research Center of Neurology
80, Volokolamskoye Rd, Moscow, 125367, Russia
nvarako@mail.ru

Abstract

The article is devoted to the actual problem of introducing innovative technologies in the clinical and psychological diagnostics and rehabilitation.

The results of the study of provocation of bodily sensations during the self-regulation task using biofeedback are discussed. The most important issue of the effectiveness of rehabilitation using technical tools related to the identification of possible complications and the description of the mechanisms of their occurrence is also considered.

The program for diagnostics of short-term spatial memory violations using the virtual reality system (VR) is described. A scenario of patient interaction with VR is proposed for diagnosing the extent of memory volume disorders, as well as memory impairment. It also describes unique diagnostic protocols for detecting of vestibular dysfunction. A distinctive feature of the proposed technique is the applying of VR environments specifically adjusted for a particular patient, as well as the using of the eye tracking as a method of building rehabilitation technology.

Keywords: clinical and psychological rehabilitation, virtual reality, eye tracking, biofeedback.

* The work was financially supported by RFBR (project 17-29-02169).

References

1. *E.I. Rasskazova, Y.M. Migunova, G.A. Aziatskaya*
Теор. Эксперим. Психология [Theoretical and experimental psychology], 2018, 11(1), 18 (in Russian).
2. *C. Botella, A. Garcia-Palacios, R.M. Baños, S. Quero*
PsychNology J., 2009, 7(1), 77.
3. *E. Coluccia, G. Iouse, M. Brandimonte*
J. Environ. Psychol., 2007, 27(2), 135.
DOI: 10.1016/j.jenvp.2006.12.005.

4. **V.A. Diwadkar, T.P. McNamara**
Psychol. Sci., 1997, **8**, 302.
DOI: 10.1111/j.1467-9280.1997.tb00442.x.
5. **D. Freeman, S. Reeve, A. Robinson, A. Ehlers, D. Clark, B. Spanlang, M. Slater**
Psychol. Med., 2017, **47**(14), 2393.
DOI: 10.1017/S003329171700040X.
6. **R.L. Klatzky**
Spatial Cognition, 1998, **1404**, 1.
7. **S.A. Palmisano, J. Kim**
Atten. Percept. Psychophys., 2009, **71**(8), 1842.
DOI: 10.3758/APP.71.8.1842.
8. **W. Rief, W. Hiller**
Psychosomatics, 2003, **44**, 492. DOI: 10.1176/appi.psy.44.6.492.
9. **W. Rief, W. Hiller, J. Margraf**
J. Abnorm. Psychol., 1998, **107**(4), 587.
DOI: 10.1037/0021-843X.107.4.587.
10. **T. Seno, K. Sawai, H. Kanaya, T. Wakebe, M. Ogawa, Y. Fujii, S. Palmisano**
i-Perception, 2017, **8**(6), 1. DOI: 10.1177/2041669517742176.