

2013 • Том 6 • № 2

Экспериментальная психология

Experimental
psychology
(Russia)

Ежеквартальный научный журнал
(основан в 2008 году)

Московский городской психолого-педагогический университет

СОДЕРЖАНИЕ



ОТ РЕДАКЦИИ

Обращение к читателю 4



ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Карпов А. В.
 Эксперимент в исследованиях процессов принятия решения: проблемы и перспективы 5



ПСИХОФИЗИОЛОГИЯ

Рассказова Е. И., Завалко И. М., Дорохов В. Б.
 Мотивация засыпания и адаптация к условиям лаборатории: влияние на объективную картину и субъективную оценку дневного сна 19



ПСИХОЛОГИЯ ВОСПРИЯТИЯ

Тюрина Н. А., Уточкин И. С.
 Распределение пространственного внимания при восприятии движения 35
Меньшикова Г. Я., Баяковский Ю. М., Лунякова Е. Г., Пестун М. В., Захаркин Д. В.
 Эффект артикуляции в трехмерных зрительных иллюзиях 46
Барабанщиков В. А., Жегалло А. В.
 Распознавание экспрессий лица в ближней периферии зрительного поля 58



ПСИХОЛОГИЯ ЛИЧНОСТИ

Зенцова Н. И., Фёдорова С. С.
 Склонность к манипулятивному поведению как одна из составляющих синдрома комплекса психологических нарушений при зависимостях от психоактивных веществ 84



ПСИХОЛОГИЯ ОБЩЕНИЯ

Кузнецова О. О.
 Изучение общения дошкольников в совместной деятельности 91



ЭВОЛЮЦИОННАЯ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Хватов И. А., Харитонов А. Н.
 Модификация плана развертки схемы собственного тела в процессе научения при решении задачи нахождение обходного пути у улиток вида *Achatina fulica* 101



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПСИХОЛОГИЯ

Певзнер А. А., Шахназаров С. С.
 О двух алгоритмах выделения синхронизаций и десинхронизаций электроэнцефалограмм 115
Войтов В. К.
 Расчет значений сложностей заданий для адаптивного теста интеллекта. 120



Наши авторы 129
 К нашим авторам 133

CONTENTS



EDITORIAL

To our readers 4



THEORY AND METHODOLOGY OF THE EXPERIMENT

Karpov A. V.
Experiment in the research of the decision-making processes: problems and prospects 5



PSYCHOPHYSIOLOGY

Rasskazova E. I., Zavalco I. M., Dorokhov V. B.
Motivation of sleep, and adaptation to the conditions of the laboratory: the impact on an objective picture and subjective evaluation of a daytime sleep 19



PSYCHOLOGY OF PERCEPTION

Tyurina N. A., Utochkin I. S.
The allocation of spatial attention in perception of motion 35
Menshikova G. Ya., Bayakovskiy Yu. M., Lunyakova E. G., Pestun M. V., Zakharkin D. V.
The effect of articulation in three-dimensional visual illusions 46
Barabanshikov V. A., Zhegallo A. V.
Recognition of facial expressions in the proximal periphery of the visual field 58



PSYCHOLOGY OF PERSONALITY

Zentsova N. I., Fedorova S. S.
The propensity for manipulative behavior as a component of antisocial syndrome common for substance abuse disorder 84



PSYCHOLOGY OF COMMUNICATION

Kuznetsova O. O.
The study of communication of children of preschool age in joint activity 91



EVOLUTIONARY AND COMPARATIVE PSYCHOLOGY

Khvatov I. A., Kharitonov A. N.
Modification of the plan of body motion in the learning process in solving the problem of finding the workaroud by snails *Achatina fulica* 101



MATHEMATICAL PSYCHOLOGY

Pevzner A. A., Shakhnazarov S. S.
On two algorithms of allocation of synchronization and desynchronization of electroencephalogram 115
Voitov V. K.
Calculation of values of the complexities of the test tasks for adaptive intelligence test 120



Our authors 131
To our authors 134

От редакции

В текущем году исполнилось 80 лет со дня рождения Олега Константиновича Тихомирова (1933–2001) – крупного российского психолога, яркого специалиста в области экспериментальной психологии мышления.

Окончив курс обучения и аспирантуру в МГУ им. М. В. Ломоносова (отделение психологии), Олег Константинович в 1959 г. защитил кандидатскую диссертацию по теме «Роль речи в регуляции движений у детей дошкольного возраста» под руководством А. Р. Лурии. В 1968 г. О. К. Тихомиров защитил докторскую диссертацию «Структура мыслительной деятельности человека» и через год стал профессором. В течение 1990–1999 гг. руководил кафедрой общей психологии, будучи первым заведующим, избранным коллективом кафедры (т. е. не назначенным «сверху»).

О. К. Тихомиров совмещал преподавание и исследовательскую работу в МГУ с научной деятельностью в секторе проблем научного творчества (рук. М. Г. Ярошевский) Института истории естествознания и техники, в 1972–1976 гг. руководил созданной им лабораторией в только что организованном тогда академическом Институте психологии. Состоял членом редколлегии журналов «Вестник МГУ. Серия Психология» и «Вопросы психологии». Был председателем специализированного Совета по защите кандидатских диссертаций на факультете психологии МГУ, членом ряда специализированных докторских советов.

О. К. Тихомиров разработал основные теоретические положения оригинальной теории мышления, подтвержденные значительным массивом экспериментальных данных. Данная теория по праву заслужила наименование «смысловой теории мышления», поскольку центральными моментами в ней оказались мотивационные, целевые и смысловые структуры мыслительной деятельности, рассматриваемые в своеобразном единстве. Смысловая теория мышления вместе с выявленными О. К. Тихомировым феноменами (среди которых – эмоциональное предвосхищение решения, структурирующая функция мотива и др.) включены в университетские учебники. Ему принадлежат также историко-психологические и методологические исследования, учебники по психологии мышления и по общей психологии.

Сотрудничая с разработчиками компьютерных систем искусственного интеллекта, О. К. Тихомиров неизменно отстаивал мысль о недостаточной представленности в этих системах психологического знания. Им были заложены основы психологии компьютеризации – общепсихологического изучения деятельности человека в условиях применения информационных технологий. Данное направление исследований приобрело высокую значимость в последние десятилетия, дав основу развитию «психологии Интернета».

О. К. Тихомировым разработаны, адаптированы и введены в практику изучения познавательных процессов такие исследовательские методики, как циклография (изучение деятельности слепых шахматистов), игровые и компьютерно-игровые методики, гипнотическое внушение. Широко применялись микроструктурный анализ, а также «экспериментально-клинический» метод – совмещение детального анализа конкретного случая с одновременной регистрацией речевого рассуждения, глазоподвижной активности, вегетативных параметров.

Научная школа, созданная О. К. Тихомировым, продолжает свое развитие, порождая новые идеи, представления и экспериментальные результаты.



ЭКСПЕРИМЕНТ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРОЦЕССОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ¹

КАРПОВ А.В., Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова, Ярославль

Предметом анализа в настоящей работе являются основные особенности реализации метода эксперимента по отношению к исследованию процессов принятия решения. Сформулированные в представляемом научном исследовании главные требования к организации экспериментального изучения процессов принятия решения позволили обозначить новый подход к их исследованию в эксперименте, основополагающим положением которого является принцип деятельностно-опосредствованного моделирования и изучения процессов принятия решения. Реализация данного исследовательского подхода обеспечивает, с нашей точки зрения, адекватное экспериментальное воспроизведение главных атрибутивных особенностей процессов принятия решения – специфического регулятивного статуса и интегративного характера их структурной организации. Рассмотрены возможности компьютерной техники как комплексного инструментального средства реализации данного принципа.

Ключевые слова: эксперимент, принятие решения, регулятивные процессы, метакогнитивные процессы, деятельность, внутренняя валидность, экологическая валидность, компьютерное моделирование.

I

Общей тенденцией развития эксперимента в психологии является, как известно, последовательное усложнение изучаемых посредством него феноменов и закономерностей. Наиболее отчетливо данную тенденцию можно проследить в отношении эволюции исследований психических процессов. Собственно говоря, эксперимент как таковой «проник» в психологию через изучение относительно простых процессов – ощущения и восприятия, а впоследствии, хотя и достаточно медленно, но неуклонно распространялся и на иные – существенно более сложные и комплексные – процессуальные образования психики. Вместе с тем, такая вполне закономерная с гносеологической точки зрения экспансия эксперимента со всей отчетливостью обнаружила и еще одно обстоятельство: чем более сложные психические процессы, а также иные психические феномены становились предметом изучения, тем большие, а зачастую и принципиальные трудности при этом возникали, тем в большей степени проявлялись атрибутивно присущие экспериментальному методу недостатки, оказавшиеся обратной стороной его преимуществ. В свою очередь, данное обстоятельство породило «ответную реакцию», состоящую в попытках преодоления или минимизации ограничений лабораторного эксперимента, а для этого – в постоянном и последовательном совершенствовании самого эксперимента, его видов и форм, схем и процедур, организации и планирования, а также методов обработки его результатов.

Всё это с высокой степенью очевидности и рельефности проявляется при экспериментальном исследовании одного из наиболее сложных процессуально-психологических образований – процессов принятия решения. Эти процессы – именно в силу их чрезвычай-

¹ Выполнено при финансовой поддержке РГНФ; № проекта 11-06-00823.



ной сложности и комплексности – выступают наиболее «жестким критиком» как уже существующих, так и вновь разрабатываемых экспериментальных схем, в наибольшей степени эксплицируя присущие эксперименту ограничения. В связи с вышесказанным представляется целесообразным специально рассмотреть ограничения эксперимента как метода сбора эмпирических данных, а также проанализировать возможности их преодоления в соответствии с общей логикой развития экспериментального метода.

II

В качестве основных ограничений эксперимента выступают, как известно, такие его черты, как абстрактность, искусственность, аналитичность, одномерность и усложняющая роль экспериментатора. Правда, к сожалению, нередко эти ограничения трактуются достаточно поверхностно, без детализированного анализа и должной конкретизации. Так, например, первое и наиболее очевидное ограничение эксперимента – его абстрактность – таким же образом и рассматривается, т. е. с абстрактной и формальной точек зрения. Описание данного ограничения фактически сводится лишь к констатации абстрактности и искусственности *условий* лабораторного эксперимента. В действительности же абстрактность эксперимента является его более многомерной характеристикой и включает также абстрактность *материала* (стимульного) и абстрактность *мотивации* испытуемого.

Данное ограничение, равно как и все другие отмеченные выше особенности, отчетливо проявляется в сложившейся по отношению к исследованию процессов принятия решения (ПР) практике экспериментирования. Действительно, сами ситуации, на материале которых изучается процесс ПР в лабораторном эксперименте, являются весьма *абстрактными*, в достаточно слабой, приблизительной, а иногда и просто искаженной форме воссоздающими реальную сложность поведенческих решений и условий их принятия. Причем происходит как бы двоякое абстрагирование. С одной стороны, имеет место отвлечение от реальной сложности, многомерности и многофакторной обусловленности естественных ситуаций ПР; используются ситуации с радикально упрощенной структурой, включающей малое количество факторов (что, однако, совершенно необходимо для осуществления экспериментального контроля). С другой стороны, используются задачи с такой структурой, которая в излишне сжатой, часто в неадекватной форме моделирует естественную репрезентацию задач по ПР; к таковым можно отнести следующие способы моделирования ситуаций ПР: формальные лотереи, платежные матрицы; ситуации вероятностного обучения, элементарные ситуации бинарного выбора в вероятностных средах с априорно заданной частотной структурой; ситуации «игры» – как «с природой», так и «с соперником» (т. е. рефлексивной игры), которые, в свою очередь, разделяются на игры со строгим и нестрогим соперничеством; процедуры выявления предпочтений с построением дерева решений и др. (Abelson, Levi, 1985; Axelrod, 1972; Svenson, 1992; и др.).

Столь же очевидным образом при изучении процессов ПР проявляется и другой основной недостаток их экспериментального исследования. Дело в том, что, как правило, процессы ПР изучаются преимущественно на материале *искусственно* созданных ситуаций, часто в очень малой степени приближенных к информационным характеристикам реальных ситуаций ПР. Частично подобная искусственность является оправданной, поскольку, как известно, процессы ПР обладают относительной независимостью механизмов и закономерностей от материала, на котором они реализуются (Frabek, Goodman, Edwards, 1973; Lee, 1971). Но только относительной. Как показывают исследования, при известной степе-



ни искусственности сам материал начинает оказывать существенное искажающее влияние на процессы ПР, а получаемые результаты уже не могут быть непосредственно перенесены на естественные ситуации ПР (Козелецкий, 1979; Howard, 1968).

Далее, характерной особенностью традиционного подхода к изучению процессов ПР (пожалуй, наиболее характерной из всех) является то, что эти процессы исследуются на автономных, дискретно смоделированных ситуациях, *аналитически* изолированных от целостного деятельностного и поведенческого контекста. Другими словами, характерной особенностью экспериментирования в области психологии ПР является, по существу, аналитический подход к моделированию ситуаций ПР и последующему изучению процессов ПР в них. Эти процессы «изолируются» от той системы (деятельности, поведения), в которой и для которой они формируются и функционируют, где обретают онтологические основания для своего существования и становления качественной определенности, получают свое наиболее полное и адекватное психологическое содержание. Однако известно, что излишняя аналитичность может приводить к *нарушению* содержательного компонента изучаемого предмета и к снижению внутренней валидности исследования. Что же касается процессов ПР, то такая аналитичность фактически *разрушает* их содержание вследствие возникновения «аналитической экстирпации» собственно процессов от системы, в которой они только и могут существовать в своей качественной определенности и содержательной полноте. В этом плане уместно вспомнить известное положение И. Гете: «анализ убивает целое».

Вместе с тем, очень показательна и то, что при экспериментальном исследовании процессов ПР происходит не только усиление степени выраженности – «обострение» – традиционных и известных негативных черт, атрибутивно присущих данному методу, но также возникают и *новые* особенности негативного плана. Любопытен, однако, и факт, что возникают такие особенности именно там, где их меньше всего можно было бы ожидать, – проистекают из достоинств эксперимента как вида исследования. Так, например, одним из преимуществ эксперимента считается параметр *активности* данного метода (Experimental psychology ..., 1978), однако если подвергнуть это так называемое преимущество более детальному анализу, становится понятным, что такая активность является односторонней и проявляется лишь в одном аспекте, в одной «системе координат» – «со стороны экспериментатора». Что же касается экспериментальной активности испытуемого, то выполнение им экспериментальных задач может быть охарактеризовано как *пассивная* деятельность. В соответствии с самой процедурой – организацией и общим планом эксперимента – испытуемый выполняет лишь роль пассивного исполнителя уже спланированной и, фактически, даже алгоритмизированной экспериментальной деятельности. Он не «строит» свою деятельность, не выступает как активный деятель, а лишь реализует «чужую», а зачастую – и «чужую», навязанную ему извне деятельностную стратегию.

Конечно, складывающуюся при этом ситуацию нельзя упрощать. Дело в том, что и при такой организации эксперимента испытуемый также активен, но лишь в плане *ре*-активности, но не в плане *про*-активности. Он активен и свободен, но лишь в рамках той «несвободы», которая обусловлена общей организацией эксперимента. Подчеркнем, что все это непосредственно вытекает из общей «идеологии» эксперимента, предполагающей осуществление строгого *экспериментального контроля независимых переменных и их влияния на зависимые*, который может быть обеспечен лишь путем регламентации и стандартизации собственно условий эксперимента. Таким образом, базовые принципы эксперимента и активность испытуемого сосуществуют в состоянии антагонизма, обнаруживая принципиальную несовместимость в традиционной экспериментальной парадигме.



В этом плане очень показательна еще одна характерная черта экспериментальных исследований процессов ПР: испытуемому, как правило, предъявляются не просто автономные от деятельностного или поведенческого контекста ситуации, но и *готовые, априори заданные* ситуации, требующие от него лишь деятельности по преодолению обусловленных самой ситуацией проблем. Но подобный способ моделирования также очень далек от естественной ситуации ПР, в которой никто за самого субъекта не вычленяет и не формулирует условия ПР в готовом виде: они не *задаются*, а *создаются*. При этом не учитывается и «поведенческая предыстория» возникновения ситуации ПР – как субъект пришел к необходимости в ПР. Кроме того, моделируемые ситуации являются навязанными, «чужими» для субъекта (поскольку они задаются извне), несмотря на то, что результаты многочисленных исследований принятия решений свидетельствуют о существенных различиях в отношении субъекта к навязанному (*involving*) и добровольному выбору. Так, например, величина допустимого риска в ситуациях добровольного принятия субъектом решения («свои» ситуации) может более чем в 1000 (!) раз превосходить величину риска в навязанных субъекту ситуациях («чужих») (Starr, 1969). Данные ранее проведенных нами исследований (Карпов, 2003; Карпов, 2004) показали, что не только величина риска, но и величины других параметров процесса ПР (в особенности основные компоненты инвариантной, *формальной структуры* ПР – альтернативы, информационная основа, критерии, правила, способы и др.) существенно различаются в этих двух типах ситуаций.

Моделирование ситуаций ПР происходит, как правило, в рамках так называемой «*задачной традиции*», воспринятой психологической теорией ПР из психологии мышления и состоящей в построении эксперимента по типу постановки перед испытуемым определенных задач, в которых принятие решения носит характер непосредственного нахождения *ответа* (выхода из ситуации); при этом достаточно ощутимо искажается естественная картина протекания процессов ПР в реальной деятельности и поведении. Такая организация эксперимента объективно создает условия для неоправданного сужения предмета исследования, поскольку ограничивает действия испытуемого лишь выработкой и принятием решения. В действительности же только этим дело никогда не ограничивается, поскольку принятое решение всегда должно быть *реализовано* в собственной активности того субъекта, который его принял. Причем необходимость в последующей реализации принятого решения (требование реализуемости) обязательно должно учитываться уже в процессе его выработки. В ряде случаев данное условие является наиглавнейшим условием всего процесса ПР. Роль таких факторов, как необходимость учета последующей реализации принятого решения и принцип реализуемости решения, была продемонстрирована в исследованиях С. Л. Рубинштейна, Б. М. Теплова, Д. Н. Завалишиной (Рубинштейн, 1972; Теплов, 1961; Завалишина, 2005), показавших их важнейшее значение в организации деятельности. В противном случае эксперимент не воспроизводит одно из важнейших условий, один из основных факторов, управляющий процессом ПР на всех его фазах, – условие реализуемости (причем не в абстрактной форме, а в *своей* собственной деятельности). Между тем, принцип реализуемости является многомерным фактором и включает в себя целый комплекс психологических параметров. Так, например, наряду с «технической» составляющей, связанной с принципиальной *осуществимостью* выработанного решения, принцип реализуемости включает в себя также параметр *ответственности* за найденное и реализованное решение. Истинным решением может считаться лишь то решение, которое уже на стадии выработки осознается субъектом как подлежащее реализации в *его* собственных действиях и за которое он *сам* должен будет нести ответственность.



Итак, на основании проведенного анализа можно сделать следующие заключения.

Во-первых, все основные ограничения эксперимента как метода психологического исследования *усиливаются* и «обостряются» при его реализации по отношению к изучению процессов ПР. Во-вторых, возникают и принципиально *новые* негативные факторы, оказывающие дополнительное отрицательное влияние на общие результаты исследования. Все перечисленные выше особенности порождают наиболее фундаментальную, ключевую («критически значимую») проблему современной теории решений – проблему *экологической валидности* ее эмпирического базиса и формулируемых на его основе концептуальных положений. Так, Ю. Козелецкий в этой связи отмечает: «...лабораторные задачи радикально отличаются от задач, разрешаемых в «большом мире». Этот факт издавна вызывает принципиальную неудовлетворенность... Это важный вопрос. От ответа на него зависит экологическая пригодность лабораторных исследований» (Козелецкий, 1979). Данная проблема, подобно многим сходным вопросам корректности переноса лабораторных результатов для объяснения естественных феноменов, становится, по мнению большинства исследователей, основной (не только методической, но и общей) проблемой психологии ПР (Abelson, Levi, 1985; Kahneman, Slovic, Tversky, 1982).

III

На основе проведенного выше анализа можно констатировать, что комплексное проявление основных ограничений эксперимента при изучении процессов ПР приводит к очень существенным деформациям самого *предмета* исследования, не только *нарушая*, но и в значительной мере *разрушая* его содержание. Логично допустить поэтому, что у столь существенных «последствий» должны быть аналогичные, столь же важные и существенные причины, адекватная экспликация которых возможна лишь при условии тождественного, детального и всестороннего анализа психологической природы и качественного содержания самих процессов ПР как предмета экспериментального исследования. Проведение такого анализа является актуальной задачей теории принятия решения, поскольку изучаемые ею процессы «трудно совместимы» с традиционной парадигмой организации эксперимента, «неконгруэнтны» ряду основных принципов его организации.

Один из возможных вариантов комплексного решения возникающих при исследовании ПР проблем предложен в разработанной нами концепции *интегральных процессов психической регуляции деятельности*. В ней теоретически обосновано и эмпирически верифицировано положение, согласно которому процессы ПР представляют собой качественно специфический класс процессов – *интегральных процессов* регуляции деятельности и поведения, в который наряду с последними входят также процессы целеобразования, антиципации, прогнозирования, планирования, программирования, контроля, самоконтроля, коррекции. Подробная характеристика указанного класса интегральных процессов, равно как и развернутое изложение данной концепции, представлены в ряде предыдущих исследований (Карпов, 1988; Карпов, 2004), поэтому в настоящей работе мы коснемся лишь основных, наиболее приоритетных для актуального исследования положений и рассмотрим базовые черты интегральных процессов в целом и процесса ПР, в частности.

Итак, интегральные процессы имеют исходную и атрибутивную *регулятивную* природу и направленность; они существуют лишь «в деятельности» и «для деятельности», а вне системы деятельностной (и поведенческой) активности утрачивают онтологические основания для своего существования. Следовательно, процессы ПР могут существовать лишь



«в связанном виде», в «сцепке» либо с деятельностной, либо с поведенческой активностью, но не как автономные и самостоятельные (самодостаточные) образования. Их «аналитическая экстирпация» от регулятивного контура уже не просто *нарушает*, а *разрушает* их, приводя фактически к деструкции. В этом случае становится понятной основная направленность традиционной экспериментальной парадигмы на изучение процессов иного класса – прежде всего когнитивных. Регулятивные же процессы, «не укладываюсь» в традиционную исследовательскую парадигму, остаются практически вне сферы экспериментального исследования. Если когнитивные процессы, пусть и в искаженном и упрощенном виде, все же сохраняют в лабораторных условиях свою качественную определенность, то регулятивные процессы фактически ее *утрачивают*.

Далее, согласно представлению о процессе принятия решения как одном из интегральных процессов, он должен рассматриваться как не принадлежащий ни к одному из классов традиционно выделяемых психических процессов, но в то же время формирующийся как продукт их синтеза, интеграции. Причем эта интеграция осуществляется под воздействием совершенно конкретного системообразующего фактора – необходимости реализации одной из базовых функций организации деятельности. Это как раз и означает, что базовые детерминанты интеграции различных психических процессов в более комплексный и синтетический процесс ПР находятся *вне* собственно самих процессов, а наличествуют в психологической структуре деятельности. Следовательно, для воссоздания (например, моделирования в эксперименте) процесса ПР в целом, а не только одного из его аспектов, необходимо воссоздать и регулятивную функцию, на основе которой он будет разворачиваться как интегральный. Последнее, однако, с такой же необходимостью требует воссоздания, моделирования некоторой деятельности, некоторого – пусть даже и относительно несложного, но *целостного*, «полноструктурного» регулятивного контура, в который эта функция входила бы как средство его обеспечения.

Таким образом, очевидным становится тот факт, что попытки моделирования процессов ПР в автономном и *самостоятельном* виде, в аналитической изолированности от деятельности и поведения могут привести в лучшем случае к воспроизведению лишь какого-либо аспекта ПР, а в худшем – к моделированию иного, нежели ПР, процесса. При таком аналитическом моделировании происходит не только разрыв связи процесса ПР с деятельностью и поведением, являющимися регулятивной базой, основанием реализуемости данного процесса, не только потеря его специфики, но утрачивается главное – заложенные в регуляции детерминанты разворачивания процесса ПР, а также их атрибутивная активность. Следовательно, аналитическое моделирование ситуаций ПР в значительной мере искажает сам *предмет* исследования.

Трактовка ПР как интегрального, специфического регулятивного процесса позволяет предложить новый – более адекватный – способ его экспериментального исследования, заключающийся в отказе от попыток самостоятельного воссоздания процессов принятия решения в аналитически изолированном от деятельности и поведения виде. Принцип, допускающий психологически корректное моделирование отдельных компонентов деятельности человека лишь в качестве естественных средств ее целостной организации, можно обозначить как *принцип деятельностно-опосредствованного моделирования* и изучения процессов ПР. В противоположность традиционным представлениям данный принцип позволяет моделировать ситуации ПР, а также возникающие в них процессы ПР в их аутентичной форме (а значит – наиболее полной и многообразной) опосредствованно, косвенно – через создание не-



которой более общей деятельности, в которую они включаются самим субъектом как одно из естественных средств ее организации, как объективно необходимые процессы ее психической регуляции. Принцип деятельностно-опосредствованного моделирования (ДОМ) является, по нашему мнению, основным, хотя, конечно, и не единственным, условием воспроизведения в эксперименте процессов ПР в их подлинном, аутентичном виде, а следовательно, важным условием соблюдения внутренней валидности применяемых методов исследования.

Предложенный подход не только делает очевидным существенное негативное влияние другой особенности традиционных методов исследования – использование *готовых*, уже сформированных, заданных ситуаций, но также намечает пути преодоления данного недостатка. Действительно, в реальности, в естественных условиях потребность в процессах ПР, как и в любых иных средствах контроля и регуляции деятельности, возникает в ходе осуществления самой деятельности и в большой степени зависит от условий ее конкретного протекания. Другими словами, если рассматривать процесс ПР не в его абстрактной и аналитической форме, а в связи с системой, которую он естественным образом обслуживает, становится очевидной абсолютная неправомерность игнорирования того факта, что сам этот процесс «рождается» из деятельности, детерминирующей его течение. Как и в каком виде он сформируется, зависит от предшествующего хода деятельности.

Неучет деятельностной детерминации возникновения и формирования ситуаций ПР и ее влияния на содержание процессов решения является достаточно существенным нарушением самого предмета исследования. Оно преодолевается в том случае, если отказаться от попыток исследования процессов ПР на материале уже сформулированных ситуаций и перейти к воспроизведению их полного, естественного цикла. Эксперимент, следовательно, необходимо строить так, чтобы испытуемый был вынужден самостоятельно распознавать ситуации, требующие ПР, самостоятельно приходить к необходимости принятия решения в них, самостоятельно находить и принимать решение, самостоятельно его реализовывать. Именно такой подход к экспериментальному исследованию процессов принятия решения позволяет воссоздавать предмет исследования в его целостном, а не частичном виде. Конкретная реализация данной задачи может осуществляться на основании сформулированного выше принципа деятельностно-опосредствованного моделирования процессов ПР, который не только предполагает отсутствие готовой формулировки ситуаций ПР, но и, что еще более важно, вообще не предусматривает создание «за испытуемого» ситуации ПР со стороны экспериментатора. Сам испытуемый по ходу выполнения деятельности должен прийти к необходимости в ПР и сам сформулировать задачу по ПР. В результате такой организации эксперимента становится возможным не только устранить ограничения традиционных методов исследования (заданность, «навязанность» ситуаций ПР), но и в значительной мере преодолеть свойственную для них тенденцию к сужению предмета исследований; напротив, происходит его расширение и приближение к естественным условиям осуществления деятельности. Тогда закономерен другой немаловажный вопрос – о способах, формах и методах, т. е. о «технологии» моделирования в эксперименте целостных регулятивных (деятельностных) контуров, а через них – и процессов ПР.

IV

Действительно, какими же конкретными способами может быть реализован этот принцип в практике экспериментирования? Какие аппаратные, а в более широком смысле, «технологические» средства в данном случае наиболее адекватны поставленной задаче?



Весь накопленный к настоящему времени и уже достаточно большой опыт различных способов реализации данного принципа (Карпов, 1996; Карпов, 2011) позволяет дать вполне однозначный и даже в какой-то мере очевидный ответ на данный вопрос. Наиболее эффективным и перспективным средством его реализации выступает, разумеется, *компьютерная техника*, средства компьютерного моделирования и симуляции. Именно они открывают очень широкие и фактически беспрецедентные возможности для создания в эксперименте различных моделей деятельности, отличающихся высокой степенью сложности и максимальной приближенностью к реальной многомерности и комплексности содержания и условий ее естественного протекания и организации. Уже существующие в настоящее время модели такого рода не только не уступают по степени своей сложности многим видам естественной деятельности, но и в ряде случаев превосходят их. Можно сказать и более категорично: средства и возможности современной компьютерной симуляции явно не в полной мере осознаны и востребованы практиками психологического эксперимента. Более того, такое несоответствие усиливается пропорционально прогрессу самой компьютерной техники, темпы которого явно превышают темпы развития психологического эксперимента.

Вместе с тем, констатация наибольшей перспективности средств компьютерной симуляции в отношении реализации принципа ДОМ (которая, по-видимому, сама по себе достаточно очевидна) не должна заслонять еще одного вопроса, касающегося уже собственно организации эксперимента. Действительно, организация в эксперименте средствами компьютерного моделирования того или иного даже очень сложного прототипа деятельности (причем любого типа – и трудовой, и учебной, не говоря уже об игровой), избыливающего ситуациями ПР, ставит перед исследователями более сложную задачу по обеспечению экспериментального *контроля* за происходящими в условиях этой деятельности процессами ПР, задачу выделения тех независимых и зависимых переменных, которые в полной мере соответствуют целям и задачам исследования. Такая принципиальная проблема реализации деятельностно-опосредствованного моделирования процессов ПР может быть также решена посредством использования новейших достижений компьютерной техники. Компьютерное моделирование позволяет не только создать сложные аналоги реальной деятельности, но и обеспечить ключевые для организации эксперимента процедуры – выделение независимых переменных, фиксацию зависимых переменных, целенаправленные вариации независимых переменных (в том числе, и комплексные), создание различных режимов эксперимента и др.

Для конкретизации вышеизложенных положений стоит напомнить, что тремя базовыми факторами, оказывающими наиболее существенное влияние на все стороны структурно-функциональной организации процессов ПР и, следовательно, могущими выступать ключевыми независимыми переменными при их экспериментальном исследовании, являются, как известно, степень неопределенности, степень сложности и степень динамичности ситуаций выбора. Они обычно представляются в форме ортогональных координат и образуют трехмерное «пространство» ситуаций ПР, что, например, составляет суть модели, предложенной Р. Говардом (так называемый «куб Говарда» (Howard, 1968)). Следовательно, наиболее общей и значимой является задача экспериментального исследования влияния факторов неопределенности, сложности и динамичности ситуаций выбора на процесс ПР, что априори преобразует их в базисные независимые переменные, которые подвергаются экспериментатором тщательному контролю и целенаправленному измене-



нию. Вместе с тем, нет, по-видимому, необходимости подробно обосновывать тот факт, что средства компьютерной техники как раз и позволяют наиболее полно реализовать данное требование. Действительно, например, степень динамичности моделируемой деятельности может целенаправленно варьироваться за счет модификаций «масштаба времени», т. е. изменений временных режимов, скорости реализации программы. Мера неопределенности моделируемых деятельностных ситуаций ПР может таким же образом, и даже более того, квантифицированно и континуально варьироваться за счет предусмотренного программой отсутствия той или иной части информации в моделируемых ситуациях («эксперимент с исключением» (Карпов, 1996)). Еще проще обстоит дело с возможностями вариации степени сложности ситуации-стимула (как еще одной базисной независимой переменной): подавляющее большинство известных и распространенных компьютерных деятельностных моделей – так называемых компьютерных игр – предусматривают прохождение игроком различных «уровней» сложности выполнения задачи, которые и представляют собой градацию сложности задачи и вариантов ее решения.

В качестве независимых переменных, доступных вполне однозначному и строгому экспериментальному контролю в исследовании, организованном на основе средств компьютерной симуляции, могут выступать, однако, не только, так сказать, *внешние* факторы, но и более глубинные, а потому – и более значимые *внутренние* факторы, связанные с самим содержанием и структурой процессов ПР. Действительно, как уже отмечалось, одним из основополагающих положений психологической теории решений является положение о наличии у процессов ПР инвариантной *формальной структуры*, включающей такие базовые компоненты, как информационная основа, критерии, способы, правила, альтернативы, гипотезы и др. Подобная структура является именно инвариантной – объективно необходимой для реализации процессов ПР независимо от их вида, типа, класса, формы и т. д. Одновременно с этим закономерности структурной организации данных компонентов и их перестройки составляют самую суть всей организации процессов ПР и, следовательно, их выявление и анализ являются первостепенными задачами исследования процессов ПР. В связи с этим возникает настоятельная необходимость не только теоретического осмысления влияния указанных факторов на процессы принятия решения, но также и технического обеспечения возможности их целенаправленного варьирования в ходе эксперимента, обеспечения экспериментального контроля за ними, экспликации их в качестве важнейших независимых переменных исследования. Данная проблема может быть успешно решена посредством использования средств компьютерной симуляции; так, например, варьирование и контроль такой важной переменной, как информационная основа принятия решения, можно осуществить путем строго контролируемой «дозировки» информации через предусмотренное программой непредъявление какой-либо части необходимых искомых данных.

Варьирование другого важнейшего компонента принятия решения – критерия выбора решения – может осуществляться посредством предложенного нами методического приема «обратимых решений», суть которого в том, что каждая ситуация ПР располагает не единичной, а двумя, тремя (и более) возможностями ее решения. Таким образом, решения имеют обратимый, коррегируемый характер, а степень жесткости критерия уменьшает пропорционально числу допустимых попыток (проб) выхода из ситуации.

Экспериментальное управление еще одним основным фактором принятия решения – способами, стратегиями ПР – более сложная и опосредствованная задача, одним из средств осуществления которой является варьирование временных параметров принятия решений,



причем сокращение времени принятия решения или ужесточение временных рамок должно приводить к последовательной смене сукцессированных способов решения симультанными и наоборот. Наконец, еще один важнейший компонент ПР – альтернативы принятия решений – также может быть выделен в качестве независимой переменной, контролируемой в ходе эксперимента не только качественными, но и количественными методами. В этом отношении хорошо зарекомендовал себя следующий методический прием: при возникновении той или иной ситуации ПР на вспомогательном окне дисплея предъявляется набор возможных альтернатив выхода из нее; причем величина этого набора, естественно, допускает возможности целенаправленного варьирования, что и обеспечивает различные значения независимой переменной «альтернативы выбора». Аналогичные методы дифференциации и экспериментального контроля могут быть применены ко всем вышеперечисленным факторам (см. разработанные нами компьютерные программы «Концерн», «Выбор», «Корпорация» и др. (Карпов, 1996; Карпов, 2011).

В заключение отметим, что несколько более сложной, но все же вполне решаемой является задача, связанная уже не с «дифференциацией» той или иной независимой переменной и экспериментальным контролем за ней, а с моделированием *целостных ситуаций*, содержание которых соответствует целям и задачам экспериментального исследования ПР. Однако в данном случае мы с необходимостью сталкиваемся со следующим противоречием. С одной стороны, экспериментатор заинтересован в создании вполне определенных (и содержательно, и структурно), адекватных целям исследования и строго контролируемых ситуаций, однако, с другой стороны, основное требование принципа ДОМ состоит в том, чтобы эти ситуации могли быть созданы самим испытуемым, а не заданы экспериментатором. Данное противоречие (и одновременно – трудность) может быть преодолено посредством использования следующего методического приема: программа эксперимента должна предусматривать *обязательное* предъявление заранее спланированных экспериментатором и вполне определенных ситуаций, *независимо* от того, каким образом будет действовать испытуемый. Причем совершенно понятно, что в ряде случаев возникновение подобных ситуаций может идти вразрез с характером действий испытуемого (или – в более «мягком» варианте – не вполне соответствовать им) и вызывать у него соответствующую реакцию. Вместе с тем, если в содержании экспериментальной инструкции содержится указание, что «по ходу эксперимента могут возникать *непредвиденные* обстоятельства и ситуации», то их возникновение будет восприниматься испытуемым уже как должное и/или даже как частично связанное с его собственными возможными ошибками. Данный прием – «предвидения непредвиденного», установка на постоянную готовность к непредсказуемым ситуациям (которые, однако, являются таковыми лишь для испытуемого, а для экспериментатора, наоборот, не только вполне предвиденными, но и необходимыми с точки зрения целей эксперимента) – также зарекомендовал себя с положительной стороны.

Обобщая сказанное, можно заключить, что уже существующие в настоящее время способы и техники выделения независимых переменных и экспериментального контроля за ними, вообще – организации эксперимента в целом на основе компьютерной симуляции, являются эффективными и конструктивными методами решения многих исследовательских задач. Несмотря на то что методологическая и методическая разработка такого рода эксперимента находится еще на ранних стадиях своего развития, принцип ДОМ является конструктивным средством, позволяющим синтезировать две наиболее перспектив-



ные линии развития методологии эксперимента – постепенное преодоление его атрибутивной аналитичности и перестройку «технологии» эксперимента посредством применения средств компьютерного моделирования.

Таким образом, можно сделать следующие заключения. Во-первых, реализация в исследованиях процессов ПР принципа ДОМ позволяет сохранить ряд базовых атрибутов этих процессов, тем самым воссоздавая сам *предмет* исследования в его оригинальной форме и содержании; во-вторых, наиболее адекватным и перспективным средством «технологической» реализации данного принципа выступает, очевидно, организация эксперимента на базе компьютерной техники; и, наконец, последнее – применение принципа ДОМ в исследованиях ситуаций принятия решения позволяет наметить общие тенденции разработки методологического и методического инструментария исследования процессов ПР.

V

Проведенный анализ экспериментального исследования процессов ПР позволяет обобщить методологические основания эксперимента и обратить внимание на другие аспекты изучения психических процессов. Первый из них состоит в возможности экстраполяции процедуры и результатов изучения процессов принятия решения на другие интегральные процессы психической регуляции поведения и деятельности, поскольку сам процесс ПР относится к более общему качественно специфическому классу процессуальных образований психики. Все входящие в него *подпроцессы* (целеобразование, антиципация, принятие решения, прогнозирование, планирование, программирование, контроль, самоконтроль) обладают атрибутивной и принципиальной общностью своей организации и статуса и отличаются такими существенными чертами, как исходная *регулятивная* направленность, *синтетичность* состава и содержания, *интегративность* организации, принадлежность к уровню «вторичных» процессов и др. Следовательно, принцип ДОМ имеет все основания рассматриваться как средство экспериментального исследования не только процессов ПР, но и всех иных интегральных, специфически регулятивных процессов организации деятельности и поведения. В противовес традиционной парадигме лабораторного эксперимента основным требованием принципа ДОМ является требование конструктивного исследования интегральных психических процессов в рамках той регулятивной *базы* (целостной деятельности), которая их, собственно говоря, и порождает, в которой и для которой они формируются и функционируют. Действительно, невозможно, например, изучать контроль «без контролируемого», планирование – «без планируемого» и т. д.

Таким образом, принцип ДОМ, с нашей точки зрения, выступает надежным, адекватным и конструктивным основанием экспериментального исследования одной из важнейших подсистем психики – регулятивной, которая в экспериментальном плане раскрыта несопоставимо слабее, нежели когнитивная подсистема. Данный принцип позволяет сохранить в эксперименте свойства *активности* и *саморегулятивности* субъекта, представленные как раз через систему интегральных процессов организации деятельности. Элиминирование в лабораторном эксперименте именно этих, на наш взгляд, существенных свойств деятельности субъекта является, как известно, одним из наиболее «слабых мест» лабораторного эксперимента, его принципиальным недостатком. Как справедливо отмечает В. А. Барабанщиков, «саморегуляция испытуемого в ходе эксперимента, преодолевающая внешние требования и положение вещей, до сих пор остается слабо контролируемым фактором» (Барабанщиков, 2010, с. 14).



Теперь обратимся ко второму, не менее существенному аспекту методологии экспериментального исследования, а именно к его эволюции и дальнейшему развитию. Как отмечалось выше, логика развития эксперимента как исследовательского метода представляла собой последовательный переход от изучения простых психических процессов ко все более сложным и комплексным процессуально-психологическим образованиям. В частности, на современном этапе развития когнитивной психологии одним из новейших ее направлений являются метакогнитивные исследования, основным предметом изучения которых (в том числе и экспериментального) выступает специфический класс именно таких комплексных процессуальных образований, как «вторичные» когнитивные процессы (*метакогнитивные процессы*). Однако попытки их экспериментального изучения в предельно явной форме эксплицировали трудности, которые порождены атрибутивными особенностями самого эксперимента – его аналитичностью, абстрактностью, тенденцией к элиминированию активности и способности к саморегулируемому поведению субъекта исследования. Осознание ограничений, которые накладывает стандартизированный лабораторный эксперимент на исследование сложных процессов и феноменов познания и метапознания, привели как к постановке проблемы многоуровневости организации психики и сознания, сложная архитектура которых обуславливает принципиальные трудности изучения когнитивных и метакогнитивных процессов в рамках традиционного лабораторного исследования, так и к необходимости разработки исследовательских методов, направленных на изучение комплексных метауровневых процессов. Как отмечают Л. Нельсон и Л. Наренс, известные методологические трудности эксперимента и обусловили возникновение трех основных проблем развития «классической» когнитивной психологии, нарастание которых вначале привело к постановке проблемы существования метауровня психической регуляции, а позднее – к возникновению метакогнитивизма (Nelson, Narens, 1990).

Первая проблема заключается в отсутствии обобщенной, стратегической цели исследований наряду с их количественным и качественным многообразием, в элиминировании основных признаков и свойств самого предмета исследования: «В лабораторных исследованиях когнитивных психологов задача построения модели внимания или оперативной памяти подменяет основную цель экспериментальной психологии – объяснение и прогнозирование реального человеческого поведения» (Nelson, Narens, 1990). Как отмечает Т. Моррис, «выбор и разработка модели человеческого познания обусловлены в гораздо большей степени личными предпочтениями и когнитивными конструктами исследователей, чем эмпирическими и практическими потребностями общества» (Morris, 1994).

Вторая проблема заключается в понимании человеческой психики лишь как нерелективного, реактивного начала. Данная проблема представляет собой основное слабое место «компьютерной метафоры», созданной для объяснения принципов работы познавательных процессов в когнитивной психологии.

Третья проблема заключается в требовании жесткой регламентации и внешнего контроля за деятельностью испытуемого в экспериментальной ситуации. То обстоятельство, что время и этапность выполнения экспериментальных проб задаются извне, закрывает исследователю доступ ко многим важнейшим метакогнитивным феноменам, в том числе к исследованию индивидуальных стратегий распределения умственных действий и организации рабочего времени в зависимости от особенностей задачи.

Осознание принципиальных ограничений, которые накладывает «стандартизированный» лабораторный эксперимент на круг феноменов познания, доступных исследованию,



привели в начале 1970-х гг. к постановке проблемы многоуровневости организации психики и деятельности, структура и иерархические взаимосвязи которых могут быть воссозданы только путем учета и моделирования работы метарегулятивных и метакогнитивных процессов. Э. Тульвинг и Э. Мадиган отмечали в этой связи: «Как может разрешиться проблема полного отсутствия прогресса в исследованиях памяти?... Возможно, имеет смысл отойти от традиционных способов экспериментирования и поискать пути исследования такой уникальной особенности человеческой памяти как память о себе самой» (Tulving, Madigan, 1972).

Таким образом, можно видеть, что общая логика развития представлений о предмете и методе в современном метакогнитивизме характеризуется тенденциями, аналогичными тем, которые были отмечены в анализе методологии исследования процессов принятия решения. Кроме того, метакогнитивные процессы реализуют не только и даже не столько собственно когнитивные функции, сколько функции регуляции, следовательно, подчиняются тем же закономерностям возникновения, развития и функционирования и должны быть исследованы в рамках аналогичной экспериментальной методологии. Таким образом, предлагаемый нами методологический и методический подход, основанный на принципе ДОМ, может быть экстраполирован на исследования все более широкого круга психических процессов и функций, что будет способствовать минимизации традиционных для эксперимента ограничений – излишней аналитичности, абстрактности, искусственности, существенной элиминации активности и саморегулятивности субъекта исследования. В связи с этим есть основания считать, что формулировку и реализацию данного принципа следует рассматривать как первый этап развития одной из наиболее перспективных тенденций эволюции экспериментального метода – смены традиционной парадигмы эксперимента иным подходом, который можно обозначить как парадигму *деятельностного эксперимента*.

Литература

- Барабанщиков В. А. Предисловие // Экспериментальная психология в России: Традиции и перспективы / Под ред. В. А. Барабанщикова. М.: Институт психологии РАН, 2010. С. 13–18.
- Завалишина Д. Н. Практическое мышление. М.: Институт психологии РАН, 2005.
- Карпов А. В. Компьютерные модели управленческих решений // Проблемы прикладной психологии. Ярославль: ЯрГУ, 1996. С. 3–14.
- Карпов А. В. Психологический анализ трудовой деятельности. Ярославль: ЯрГУ, 1988.
- Карпов А. В. Психология принятия решения. М.: Институт психологии РАН, 2003.
- Карпов А. В. Психология принятия управленческих решений. М.: Юрист, 1996.
- Карпов А. В. Методологические аспекты экспериментального исследования процессов принятия решения // Современная экспериментальная психология: В 2 т. / Под ред. В. А. Барабанщикова. М.: Институт психологии РАН, 2011. Т. 1. С. 89–114.
- Карпов А. В. Метасистемная организация уровней структур психики. М.: Институт психологии РАН, 2004.
- Козелецкий Ю. Психологическая теория решений. М.: Прогресс, 1979.
- Рубинштейн С. Л. Проблемы общей психологии. М.: Педагогика, 1972.
- Теплов Б. М. Ум полководца // Проблемы индивидуальных различий. М.: АПН РСФСР, 1961.
- Abelson R. P., Levi A. Decision-making and decision theory. V.1. NY: Random House, 1985.
- Axelrod R. M. Framework for a general theory of cognition and choice // Univ. Of Calif., Berkeley, 1972.
- Experimental Psychology. Methodological approach / Ed. F. I. McGuigan. 3rd ed. Englewood Cliffs, 1978.
- Frabek D. G., Goodman B. C., Edwards W. Choices among bets by Las Vegas gamblers: absolute and contextual effects // J. Exp. Psychol. 1973. V. 98. P. 271–278.



- Howard R. A. The foundations of decision analysis // IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics. 1968. V. 3. P. 211–219.
- Kahneman D., Slovic P., Tversky A. Judgment under uncertainty. Cambridge: Cambridge UP, 1982.
- Lee W. Decision theory and human behavior. NY: Wiley, 1971.
- Morris C. Retrieval processes underlying confidence in comprehension judgments // Journal of Experimental Psychology. 1994. V. 16. P. 223–232.
- Nelson T., Narens L. Metamemory: a theoretical framework and new findings // The Psychology of Learning and Motivation / Ed. G. Bower. V. 26. NY: Academic Press, 1990. P. 125–141.
- Starr C. Social benefit versus technological risk // Science. 1969. V. 165, № 3899.
- Svenson O. Examples of coded «think about» protocols obtained during decision making. Stockholm, 1992.
- Tulving E., Madigan E. Memory and Consciousness // Review of Psychology. 1972. V. 26. P. 1–12.

EXPERIMENT IN THE RESEARCH OF THE DECISION-MAKING PROCESSES: PROBLEMS AND PROSPECTS

KARPOV A. V., P. G. Demidov Yaroslavl State University, Yaroslavl

The basic features of realization of the method of experiment in relation to the study of decision-making processes are the subject of analysis in this paper. The main requirements to the organization of an experimental study of the decision-making processes, which are formulated in the represented scientific study, allow us to identify a new approach to their research in the experiment, the fundamental position of which is the principle of action-indirectly modeling and study of decision-making processes. Implementation of this research approach provides, in our view, adequate experimental reproduction of the main attribute peculiarities of the decision-making processes – specific regulatory status and integrative nature of their structural organization. In addition, we consider the possibility of using of computer technology as an integrated tool of implementation of this principle.

Keywords: experiment, decision-making processes, regulatory processes, metacognitive processes, activities, internal validity, ecological validity, computer simulation.

Transliteration of the Russian references

- Barabanshikov V. A. Predislovie // Eksperimental'naja psihologija v Rossii: Tradicii i perspektivy / Pod red. V. A. Barabanshikova. M.: Institut psihologii RAN, 2010. S. 13–18.
- Zavalishina D. N. Prakticheskoe myshlenie. M.: Institut psihologii RAN, 2005.
- Karpov A. V. Komp'juternye modeli upravlencheskih reshenij // Problemy prikladnoj psihologii. Jaroslavl': JarGU, 1996. S. 3–14.
- Karpov A. V. Psihologicheskij analiz trudovoj dejatel'nosti. Jaroslavl': JarGU, 1988.
- Karpov A. V. Psihologija prinjatija reshenija. M.: Institut psihologii RAN, 2003.
- Karpov A. V. Psihologija prinjatija upravlencheskih reshenij. M.: Jurist, 1996.
- Karpov A. V. Metodologicheskie aspekty jeksperimental'nogo issledovanija processov prinjatija reshenija // Sovremennaja jeksperimental'naja psihologija: V 2 t. / Pod red. V. A. Barabanshikova. M.: Institut psihologii RAN, 2011. T. 1. S. 89–114.
- Karpov A. V. Metasistemnaja organizacija urovnevnyh struktur psihiki. M.: Institut psihologii RAN, 2004.
- Kozeleckij Ju. Psihologicheskaja teorija reshenij. M.: Progress, 1979.
- Rubinshtejn S. L. Problemy obshhej psihologii. M.: Pedagogika, 1972.
- Teplov B. M. Um polkovodca // Problemy individual'nyh razlichij. M.: APN RSFSR, 1961.

МОТИВАЦИЯ ЗАСЫПАНИЯ И АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ ЛАБОРАТОРИИ: ВЛИЯНИЕ НА ОБЪЕКТИВНУЮ КАРТИНУ И СУБЪЕКТИВНУЮ ОЦЕНКУ ДНЕВНОГО СНА¹

РАСКАЗОВА Е.И., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

ЗАВАЛКО И.М., Первый московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, Москва

ДОРОХОВ В.Б., ФГБУ «Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук», Москва

Работа посвящена влиянию мотивации засыпания и адаптации к условиям лаборатории на структуру дневного сна хорошо спящих испытуемых. У 33 хорошо спящих испытуемых обоего пола, рандомизированно разделенных на группы впервые ($N=17$) и повторно посещавших лабораторию ($N=16$), регистрировался дневной сон в течение часа, оценивались субъективное восприятие сна, выраженность мотивации засыпания, тревожность, депрессивность и сонливость. У испытуемых с высоким уровнем мотивации засыпания ($N=15$) отмечалось увеличение латентного периода и фрагментации сна, причем влияние мотивации на латентный период сна было выражено более значительно не при первом, а при повторном посещении лаборатории. Эти эффекты не зависели от депрессивности, тревожности и сонливости испытуемых. В целом полученные данные соответствуют психологической модели регуляции сна и позволяют дополнить и расширить когнитивную модель сна и инсомнии (А.Ш. Тхостов, Е.И. Рассказова), подтверждая существование единых механизмов психологической регуляции сна в норме и патологии.

Ключевые слова: психология сна, психологическая регуляция сна, мотивация засыпания, факторы хронификации нарушений сна, дневной сон.

Несмотря на активное развитие сомнологии (Ковальзон, 2012), до последнего времени относительно мало внимания уделялось выявлению психологических механизмов регуляции сна. Большинство существующих психологических моделей направлено на объяснение механизмов инициации и хронификации инсомнии. В частности, широкое распространение получила когнитивная модель сна и инсомнии (Perlis et al., 2005), согласно которой когнитивное возбуждение приводит не только к нарушениям сна, но и к формированию тревоги в отношении сна и хронификации инсомнии. Дальнейшее развитие и уточнение этой модели было направлено на выявление факторов predisпозиции, катализации и хронификации нарушений сна.

К факторам predisпозиции традиционно относят депрессивность, тревожность (Посохов и др., 2004; Perlis et al., 2005), нейротизм (Levin et al., 1984), перфекционизм (Jansson-Frojmark et al., 2007) и другие особенности личности, коррелирующие с симптомами нарушения сна и сопряженные с риском развития инсомнии. Экспериментальные работы подтверждают катализирующее влияние когнитивного возбуждения и стресса на сон (Ковров, Вейн, 2005; Стрыгин, 2011). Хронификацию нарушений сна связывают со страхом не уснуть, самоограничительным поведением (ограничением собственной активности,

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РГНФ проект №11-36-00242a1.



чрезмерно бережным отношением к себе), избирательным вниманием ко всему, связанному со сном (Perlis et al., 2005). К. Харви и Ч. Эспи (Harvey, Espie, 2004) показали, что для больных хронической инсомнией характерны специфические мысли-руминации, связанные со страхом не уснуть и чрезмерным возбуждением. По их данным, руминации перед сном, повышая физиологическое и когнитивное возбуждение, способствуют дальнейшим нарушениям сна. В исследованиях Ч. Морина (Morin, 1993) была выявлена важная роль когнитивных убеждений о сне и инсомнии в хронификации нарушений сна. В частности, с нарушениями сна связана целая система убеждений о негативных последствиях бессонной ночи и инсомнии в целом, необходимости отсыпаться и принимать лекарства при нарушениях сна и т. п. (так называемые дисфункциональные убеждения в отношении сна и инсомнии).

Следует отметить, что практически отсутствуют работы, посвященные интегрированию перечисленных факторов, созданию целостной модели. Во-первых, единые механизмы регуляции должны быть связаны с особенностями сна как в норме, так и при нарушениях сна, тогда как большинство эмпирических работ проводилось на модели инсомнии. Во-вторых, в экспериментальных исследованиях когнитивное возбуждение создается за счет внешних факторов (например, решения когнитивных задач), тогда как роль собственно мотивации засыпания, наиболее очевидно связанной с возбуждением перед сном, остается неясной. В-третьих, факторы predisпозиции выявляются в рамках корреляционного дизайна исследования, т. е. оцениваются одновременно с качеством сна, а не задаются экспериментально, и их механизм влияния на сон (катализирующий, хронифицирующий или опосредующий влияние других факторов) остается неизвестным.

В рамках психологии телесности (Тхостов, 2002) была предложена модель психологической регуляции сна (Тхостов и др., 2007), согласно которой убеждения людей о сне, инсомнии и возможностях их регуляции основаны на принятых в культуре представлениях (рис. 1). В структуре этих представлений (Рассказова, 2008) переоцениваются возможность и необходимость регуляции сна (например, существует ценность «спать мало»), эффективность лекарственных средств, но недооцениваются роль активного образа жизни, совладания с психологическими проблемами, поддержания гигиены сна в преодолении инсомнии. Как следствие, люди воспринимают сон как подчиненный их контролю («произвольный»), что проявляется в их привычном поведении. В свою очередь, убеждения и привычное поведение человека, а также его личностные особенности (например, страх заболевания, характерный для ипохондрических черт, склонность извлекать вторичную выгоду из симптомов при истерических особенностях и т. п.) в случае развития нарушений сна (например, в связи с внешними факторами) приводят к тревоге в отношении сна и гипертрофированным, чрезмерным усилиям по регуляции. Характерный пример – попытки заставить себя заснуть остаются широко распространенным явлением, несмотря на данные, что они приводят к нарушениям сна (Morin, 1993). Учитывая ограниченные реальные возможности произвольной регуляции сна, следствие этих процессов – дальнейшее ухудшение его качества, т. е. хронификация заболевания. Модель объясняет механизм действия когнитивных убеждений (Ч. Морин), тревоги в отношении сна и руминаций и получила подтверждение в исследованиях больных инсомнией (Рассказова, 2008). Дальнейшая верификация модели требует выявления влияния мотивации засыпания и гипертрофированных усилий регуляции сна (попыток заставить себя заснуть), а также факторов predisпозиции и хронификации инсомнии на объективную картину и субъективную оценку сна в норме.

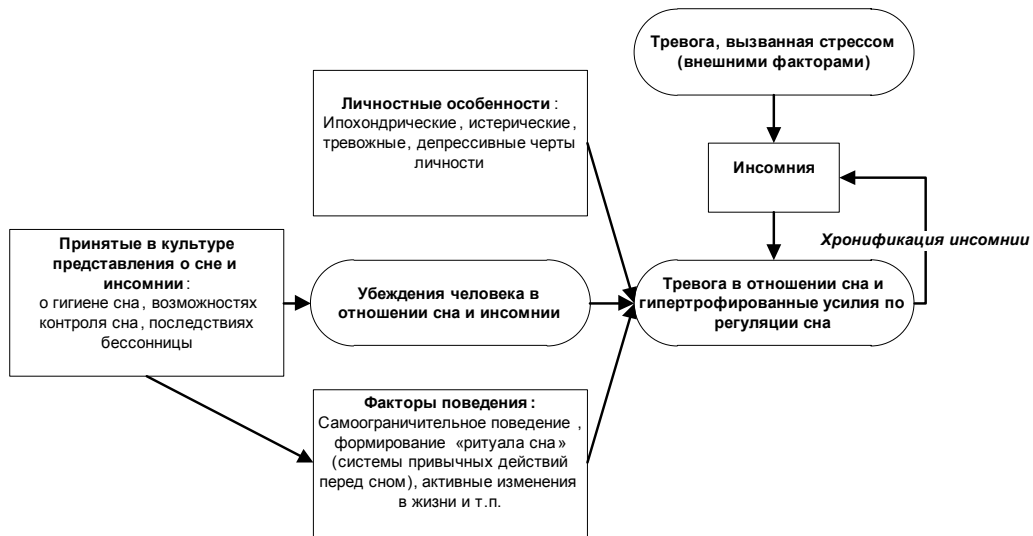


Рис. 1. Хронификация нарушений сна в модели психологической регуляции сна (Тхостов и др., 2007)

Цель данной работы – выявление роли мотивации засыпания и факторов predisпозиции нарушений сна (тревожности и депрессивности) в объективной картине и субъективной оценке дневного сна испытуемых. В рамках данной цели решались следующие задачи.

1. Выявление роли мотивации засыпания в формировании объективной картины дневного сна и субъективной оценки сна. В соответствии с моделью психологической регуляции сна было выдвинуто предположение, что при высокой мотивации засыпания (спонтанно сформированной) увеличивается латентный период сна (время засыпания), а структура сна становится более фрагментированной за счет увеличения частоты и длительности пробуждений.

2. Выявление специфических особенностей влияния мотивации засыпания и посещения лаборатории (первое/повторное посещение лаборатории) на формирование объективной картины сна и субъективной оценки сна.

3. Распространенной рекомендацией (Iber et al., 2007) при лабораторных сомнологических исследованиях является включение в дизайн исследования подготовительной записи для испытуемого, чтобы он мог адаптироваться к условиям лаборатории, оборудованию, сну с датчиками и т.п. С психологической точки зрения, первый приход в лабораторию сопряжен с высоким уровнем тревоги. Поскольку испытуемый знает, что пришел для участия в исследовании сна, можно ожидать более высокую мотивацию засыпания, чем при повторных посещениях. Предполагалось, что имеет место как независимое влияние мотивации засыпания на сон испытуемых, так и эффект взаимодействия мотивации засыпания и первого/повторного посещения лаборатории, т.е. мотивация засыпания влияет по-разному при первом и при повторном посещениях.

4. Выявление роли факторов predisпозиции нарушений сна (тревожности и депрессивности) в формировании объективной картины и субъективной оценки сна в норме. Предполагалось, что они могут оказывать как непосредственное воздействие на сон, так и участвовать в формировании мотивации засыпания и тем самым опосредствованно влиять



на сон. Кроме того, может иметь место так называемое медиаторное влияние, при котором тревожность и/или депрессивность не влияют на сон напрямую, но ослабляют или усиливают связи мотивации засыпания и сна.

5. Контроль возможного влияния побочных переменных: пола, возраста испытуемых, привычного паттерна ночного и дневного сна. Предполагалось, что основные выявленные эффекты (влияние мотивации засыпания и первого/повторного посещения лаборатории на сон) будут независимы от побочных переменных. Иными словами, они будут сохраняться после статистического контроля побочных переменных (включения их в модель дисперсионного анализа в качестве ковариат).

Методы исследования

Испытуемые

В исследовании участвовали 33 испытуемых (22 женщины, 11 мужчин, средний возраст $24,1 \pm 8,4$ года) без нарушений сна (по субъективному отчету время засыпания ночью не превышало 30 минут). С целью дополнительного контроля за качеством сна испытуемые заполняли индекс тяжести инсомнии (Рассказова, 2008; Bastain et al., 2001) – скрининговую методику выявления симптомов нарушения сна; ни в одном случае балл не превышал нормативных значений.

Дизайн исследования

Использовался дизайн с двумя независимыми (мотивация засыпания и первое/повторное посещение лаборатории) и множеством зависимых (параметры объективного сна и его субъективной оценки) переменных. Испытуемые рандомизированно приписывались к одному из двух условий посещения лаборатории («первое» или «повторное»), тогда как мотивация засыпания оценивалась в ходе каждого исследования и не подлежала экспериментальной манипуляции. Дополнительный анализ был направлен на выявление роли факторов хронификации нарушений сна и побочных переменных как в формировании картины сна, так и в возможном опосредствовании связи мотивации засыпания и качества сна.

Процедура исследования, методики и аппаратура

Испытуемые приезжали на исследование в выходной день в 12:30 или в 14:30. Время приезда варьировалось в случайном порядке и было выбрано в соответствии с данными о динамике сонливости в дневное время (Ковальзон, 2012). Все испытуемые были проинструктированы о необходимости спать накануне в привычном режиме (не «отсыпаться» или «недосыпать»), встать утром до 9:30 (чтобы обеспечить достаточный перерыв до дневного сна), не употреблять алкоголя, кофе накануне, поесть перед исследованием (но не переедать). Для проверки соблюдения инструкций по приезду исследователь расспрашивал испытуемых, как они спали и что делали накануне.

Переменная «первое/повторное посещение лаборатории» задавалась экспериментально. В случайном порядке в половине случаев исследование проводилось при первом посещении лаборатории (17 человек), тогда как в другой половине случаев (16 человек) за неделю до исследования испытуемые приезжали в лабораторию, где участвовали в другом исследовании (см.: Рассказова и др., 2011) с отличающейся инструкцией, но повторяющем данное по формату (время и условия приезда, помещение, особенности фиксации электродов, продолжительность записи полисомнограммы, вопросы до и после исследования).

Исследование включало четыре этапа.

На первом проводилось интервью с целью выявления привычного паттерна ночного и дневного сна. Оценивались параметры: привычная («Сколько часов в сутки Вы обычно спите?») и желаемая («Сколько часов в сутки Вам нужно спать, чтобы выспаться?») продолжительность сна, наличие/отсутствие ночной работы (параметр кодировался как наличие, если испытуемый сообщал о необходимости работать в ночное время раз в неделю и чаще), наличие/отсутствие дневного сна (раз в неделю и чаще), продолжительность засыпания, частота ночных пробуждений. Помимо этого, отмечалось, сколько часов спал испытуемый накануне исследования.

На втором этапе испытуемые заполняли:

госпитальную шкалу тревоги и депрессии (Сыропятов и др., 2003; Zigmond, Snaith, 1983) – скрининговую методику диагностики уровня тревожности и депрессивности личности;

эпвортскую шкалу сонливости (Johns, 1991) – субъективную оценку сонливости, состоящую из перечня ситуаций (чтение, просмотр телевизора), в которых необходимо от 0 до 3 баллов оценить уровень своей сонливости.

Третий этап включал запись полисомнограммы дневного сна в течение часа. Инструкция была следующей: «Полежите так, как если бы прилегли днем отдохнуть. Если получится заснуть – хорошо, не получится – ничего страшного». После инструкции испытуемый помещался на час в звукоизолированную комнату. Полисомнограмма (ЭЭГ, ЭМГ, ЭОГ) регистрировалась в течение часа при помощи компьютерного многоканального сомнологического полиграфа фирмы «Sagura Medizintechnik GmbH», Германия (рис. 2). Расшифровка проводилась в соответствии с последними критериями Американской академии медицины сна (Iber, 2007), выделялись латентные периоды и продолжительность первой, второй стадии и дельта-сна, общее время сна, общее время бодрствования, количество пробуждений более 3 минут и их максимальная продолжительность. Быстрый (парадоксальный) сон не был зафиксирован ни в одном случае, что соответствует данным, что в норме во время дневного сна фаза быстрого сна, как правило, отсутствует (Ковальзон, 2012). В случае отсутствия одной из стадий (например, дельта-сна) ее латентный период кодировался как 60 минут (общее время, проведенное в комнате), а продолжительность как 0 минут. Эффективность сна (частное общего времени сна и времени, проведенного в постели (Iber, 2007), специально не рассчитывалась, поскольку во всех случаях запись длилась час, и этот показатель полностью дублировался показателем общего времени сна.

Через час испытуемых будили и проводили 4-й этап: просили оценить качество своего сна. Оценивались следующие субъективные параметры: продолжительность пребывания в комнате, длительность засыпания, длительность сна, количество и продолжительность пробуждений, общее качество сна и ощущение бодрости (от 1 до 5 баллов), а также выраженность мотивации засыпания («Оцените, насколько выраженным было Ваше намерение заснуть, от 0 до 10 баллов, где 0 – вообще не собирались, 10 – очень хотели») и наличие/отсутствие специальных действий, помогающих уснуть (релаксация, визуализация и т.п.).

Обработка данных

Данные обрабатывались в программе SPSS Statistics 17.0. В соответствии с недавними рекомендациями (Корнеев, Кричевец, 2011) рассчитывались как параметрические, так и непараметрические критерии – общая направленность результатов не различалась, ниже указаны параметрические показатели.

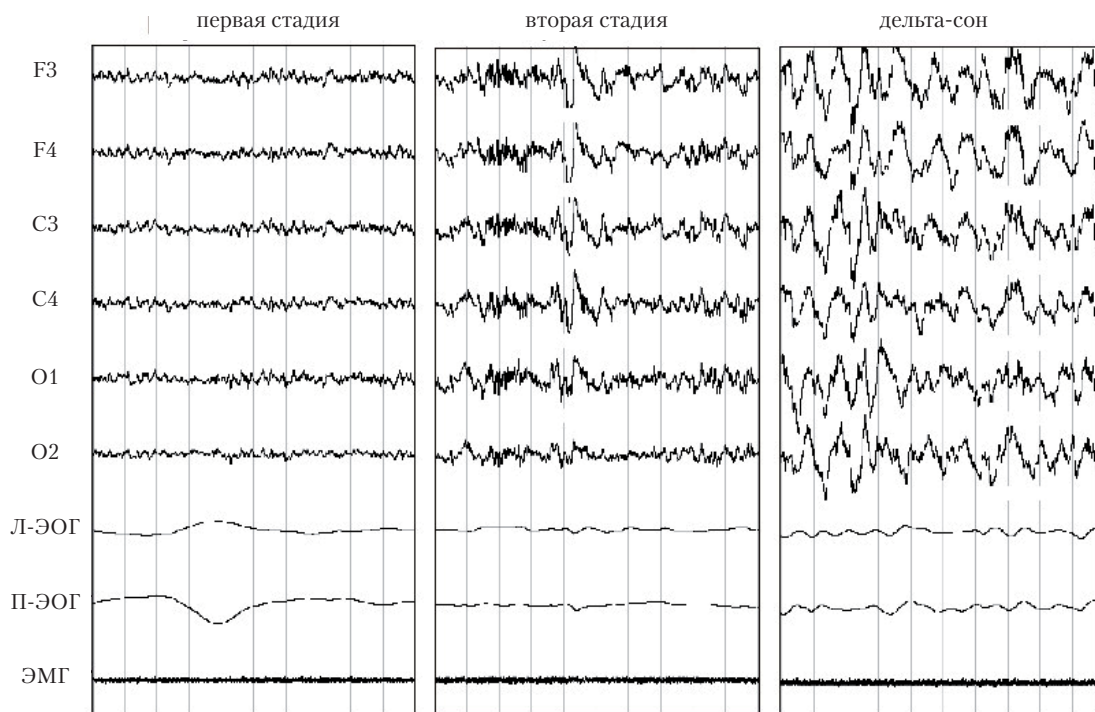


Рис. 2. Пример полисомнограммы (испытуемый N.), характерной для первой, второй и третьей (дельта-сон) стадий дневного сна. Сверху вниз: F3, F4, C3, C4, O1, O2 – ЭЭГ-отведения по стандартной международной системе 10–20; Л-ЭОГ, П-ЭОГ – левая и правая электроокулограммы горизонтальных движений глаз; ЭМГ – миограмма подбородочных мышц

Результаты исследования

Особенности ночного сна, факторы хронификации нарушений сна и картина сна в лаборатории

Возраст испытуемых коррелировал на уровне тенденции с латентным периодом дельта-сна ($r=0,33$, $p<0,1$), но не был связан ни с одним из показателей субъективной оценки сна. Не было выявлено гендерных различий ни по одному из измеряемых показателей.

Привычная («Сколько часов в сутки Вы обычно спите?») и желаемая («Сколько часов в сутки Вам нужно спать, чтобы выспаться?») продолжительность сна, наличие ночной работы и дневного сна и обычная длительность засыпания не были связаны ни с объективной, ни с субъективной картиной дневного сна. Средняя частота ночных пробуждений значимо коррелировала с количеством ($r=0,56$, $p<0,05$) и продолжительностью ($r=0,45$, $p<0,05$) пробуждений в лаборатории, а также общей продолжительностью бодрствования в течение исследования ($r=0,54$, $p<0,05$).

То, сколько часов испытуемые спали накануне исследования, не было связано ни с одним параметром объективной картины сна.

Уровень депрессии значимо положительно коррелировал с возрастом испытуемых ($r=0,43$, $p<0,05$). В связи с этим при дальнейшей обработке данных в отношении перемен-

ной депрессии дополнительно рассчитывались частные корреляции, в которых возраст выступал ковариатой.

В целом, уровень тревоги, депрессии, сонливость не связаны с особенностями ночного сна дома. Было выявлено лишь несколько связей на уровне тенденции. Так, шкалы дисфункциональных убеждений в отношении сна и инсомнии и мыслей перед сном на уровне тенденции отрицательно коррелировали с количеством ночных пробуждений ($r=-0,33$, $r=-0,30$, соответственно, $p<0,1$). При высокой сонливости испытуемые отмечали на уровне тенденции более высокую скорость засыпания ($r=-0,33$, $p<0,1$). У испытуемых, которые иногда работают по ночам, на уровне тенденции выше депрессивность ($t=-1,93$, $p<0,1$) и ниже сонливость ($t=1,90$, $p<0,1$).

Итак, общий паттерн ночного сна был слабо связан с особенностями сна в лаборатории. Единственное исключение касалось частоты ночных пробуждений – этот показатель был тесно связан с пробуждениями в лабораторных условиях. Ни одна корреляция факторов хронификации инсомнии с особенностями ночного сна не достигала принятого уровня значимости.

Мотивация засыпания и наличие/отсутствие подготовительной записи

Испытуемые, впервые пришедшие в лабораторию, отличаются от пришедших вторично значимо более высокой мотивацией засыпания по критерию хи-квадрат Пирсона ($\chi^2(1)=12,70$, $p<0,01$) и значимо чаще применяют для засыпания те или иные техники ($\chi^2(1)=5,54$, $p<0,05$).

Мотивация засыпания и особенности дневного сна

С целью дифференцирования влияния мотивации засыпания и первого/повторного посещения лаборатории проводился двухфакторный дисперсионный анализ с двумя независимыми (высокая/низкая мотивация засыпания) и множеством зависимых переменных (MANOVA). Показатели F-критерия Фишера представлены в табл. 1. По выраженности мотивации засыпания испытуемые были разделены на две группы по медиане: слабая мотивация (4 и менее баллов, 18 человек), сильная мотивация (более 4 баллов, 15 человек). Число испытуемых с первым посещением – 16 человек, с повторным посещением – 17.

В целом, испытуемые быстрее и глубже засыпали (ниже латентные периоды сна, первой, второй стадии и дельта-сна) и дольше и крепче спали (больше продолжительность второй стадии сна, на уровне тенденции больше продолжительность дельта-сна, меньше пробуждений), если это было их первое посещение лаборатории (см. табл. 1), по сравнению с повторным посещением.

Помимо этого, отмечалось независимое влияние мотивации на ряд переменных, а также взаимодействие мотивации и посещения лаборатории. Во-первых, как и предполагалось, при выраженной мотивации испытуемые засыпали дольше (рис. 3, а) и на уровне тенденции спали меньше (рис. 3, б). Кроме того, имело место взаимодействие факторов: влияние мотивации на латентный период сна было сильнее при повторном посещении лаборатории (см. рис. 3, б).

Более детальное исследование особенностей засыпания показывает, что высокий уровень мотивации засыпания был сопряжен с удлинением латентного периода первой и второй стадии, но не дельта-сна. В обоих случаях отмечалось взаимодействие факторов: эффект мотивации был более выражен при повторном посещении лаборатории.



Таблица 1. Влияние факторов посещения лаборатории и мотивации засыпания на объективные показатели сна

Объективные показатели сна	F-критерий Фишера(число ст. св. df=3)		
	Первое/повторное посещение лаборатории	Высокая/низкая мотивация засыпания	Взаимодействие посещения лаборатории и мотивации засыпания
Латентный период сна	7,97 **	8,28 **	5,97*
Общая продолжительность сна	7,39 *	3,62 [†]	0,8
Латентный период первой стадии сна	10,71 **	-8,67 **	8,96 **
Латентный период второй стадии сна	10,70 **	11,31 **	6,79 *
Латентный период дельта-сна	7,58 *	1,73	0,01
Продолжительность первой стадии сна	1,53	0,01	0,76
Продолжительность второй стадии сна	11,25 **	3,56 [†]	2,14
Продолжительность дельта-сна	3,68 [†]	2,88	0,1
Продолжительность бодрствования во время сна	1,14	0,23	0,57
Количество пробуждений более трех минут	4,23 *	5,12 *	0,68
Максимальная продолжительность пробуждений	1,04	0	0,4

Примечания: [†] – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$, *** – $p < 0,001$.

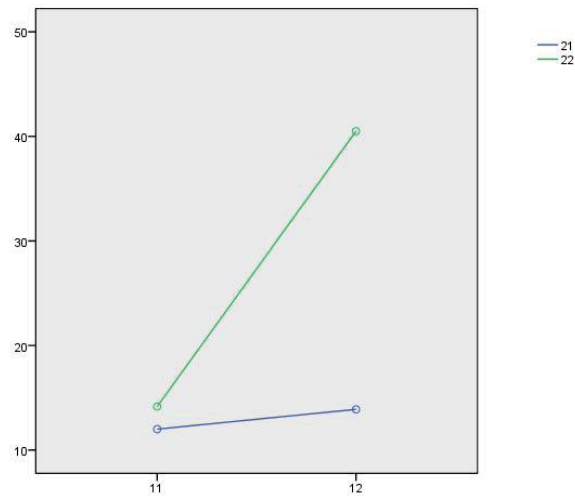


Рис. 3, а. Зависимость латентного периода сна от мотивации засыпания и посещения лаборатории.

Ось абсцисс: 11 – первое посещение лаборатории, 12 – повторное посещение лаборатории. Линии: 21 – низкая мотивация засыпания, 22 – высокая мотивация засыпания. Ось ординат: латентный период сна (мин.)

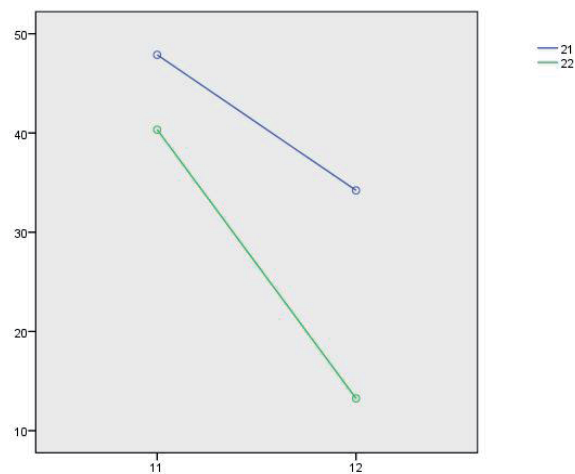


Рис. 3, б. Зависимость общей продолжительности сна от мотивации засыпания и посещения лаборатории.

Ось абсцисс: 11 – первое посещение лаборатории, 12 – повторное посещение лаборатории. Линии: 21 – низкая мотивация засыпания, 22 – высокая мотивация засыпания. Ось ординат: общее время сна (мин.)

Более детальное исследование особенностей засыпания показывает, что высокий уровень мотивации засыпания был сопряжен с удлинением латентного периода первой и второй стадии, но не дельта-сна. В обоих случаях отмечалось взаимодействие факторов: эффект мотивации был более выражен при повторном посещении лаборатории.

Во-вторых, при высокой мотивации засыпания, независимо от первого/повторного посещения лаборатории, сокращалась продолжительность второй стадии сна (рис. 4), хотя эти различия не достигли уровня значимости, что позволяет говорить только о тенденции.

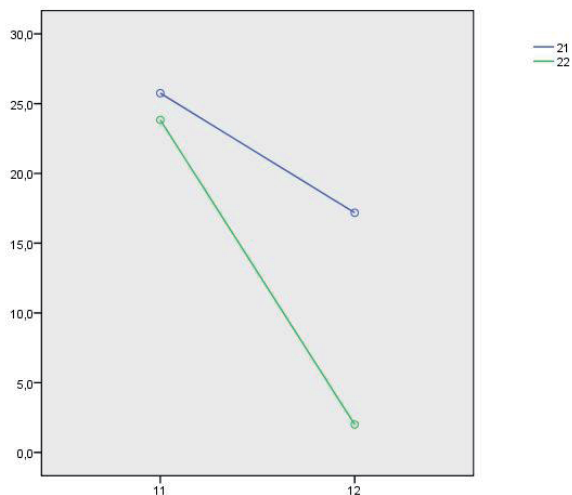


Рис. 4. Зависимость продолжительности второй стадии сна от мотивации засыпания и посещения лаборатории.

Ось абсцисс: 11 – первое посещение лаборатории, 12 – повторное посещение лаборатории. Линии: 21 – низкая мотивация засыпания, 22 – высокая мотивация засыпания. Ось ординат: продолжительность второй стадии сна (мин.)

Наконец, у испытуемых чаще наблюдались пробуждения в том случае, если их мотивация заснуть была высокой, иными словами, можно говорить о фрагментации дневного сна (рис. 5).

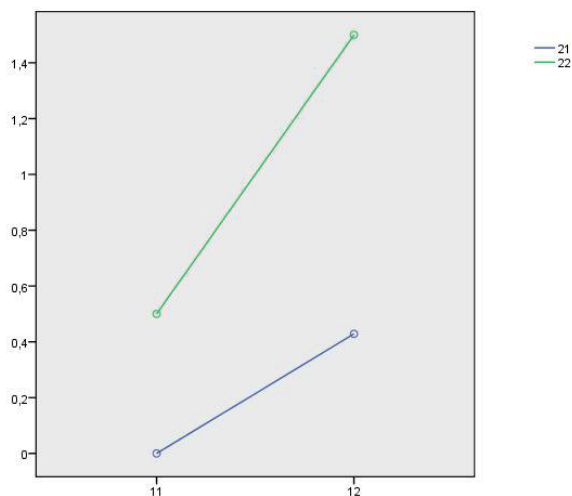


Рис. 5. Зависимость количества пробуждений от мотивации засыпания и первого/повторного посещения лаборатории.

Ось абсцисс: 11 – первое посещение лаборатории, 12 – повторное посещение лаборатории. Линии: 21 – низкая мотивация засыпания, 22 – высокая мотивация засыпания. Ось ординат: количество пробуждений более трех минут

Ни один параметр субъективной оценки дневного сна не был связан с выраженностью мотивации засыпания, первым/повторным посещением лаборатории или взаимодействием этих факторов.

Роль тревожности, депрессивности и сонливости в картине дневного сна

Депрессивность значимо положительно коррелировала с латентным периодом второй стадии и дельта-сна, числом пробуждений и отрицательно – с длительностью дельта-сна (табл. 2). Иными словами, при высоком уровне депрессивности отмечается ухудшение объективной картины дневного сна. С учетом значимой корреляции депрессивности и возраста испытуемых, дополнительно были рассчитаны частные корреляции депрессивности и показателей сна (возраст выступал в качестве ковариаты). Частные корреляции были выше по модулю, но в целом отражали те же закономерности. Уровень тревожности и сонливости не коррелировал с объективными показателями сна, однако, высокий уровень сонливости был связан с оценкой своего дневного сна как более длительного, а бодрости при пробуждении – как более низкой.

Сонливость на уровне тенденции отрицательно коррелировала с мотивацией засыпания ($r=-0,31, p<0,1$). По всей видимости, испытуемые, отмечавшие высокий уровень сонливости в течение дня, были в большей степени уверены, что уснут, и не испытывали тревоги и необходимости в формировании дополнительного намерения.

Задачей исследования являлось выявление роли мотивации засыпания, первого/повторного посещения лаборатории, факторов хронификации нарушений сна и привычного паттерна ночного сна в структуре дневного сна и его субъективной оценке.

Роль мотивации засыпания и первого/повторного посещения лаборатории

Несмотря на то что стандартные рекомендации (Iber et al., 2007) призывают делать подготовительную запись, это далеко не всегда возможно на практике, что делает актуальной задачу выявления психологического эффекта первого/повторного участия в исследовании. Мотивация засыпания была связана с тем, впервые или повторно испытуемые оказались в лаборатории: как и ожидалось, при первом посещении мотивация была выше, что подтверждает гипотезу о повышении ситуативной тревожности и, как следствие, мотивации засыпания, что важно учитывать при организации лабораторных исследований. Следует, однако, отметить, что влияние первого/повторного посещения на ряд объективных параметров оставалось значимым после статистического контроля уровня мотивации, что свидетельствует о существовании дополнительных факторов, определяющих этот эффект.

В соответствии с исходными гипотезами, независимо от первого/повторного посещения лаборатории, высокий уровень мотивации засыпания был связан с ухудшением засыпания и фрагментацией сна. Кроме того, влияние мотивации на латентные периоды сна, первой и второй стадии, было выражено в большей степени при повторном посещении лаборатории. Можно предположить два их объяснения. Во-первых, формирование мотивации засыпания при повторном посещении отражает устойчивые особенности испытуемых, тогда как при первом посещении она тесно связана с ситуативными факторами, в результате чего сам факт первого посещения в большей степени определял сон испытуемых, нежели индивидуальные различия в реагировании. Во-вторых, мог иметь место статистический эффект «потолка» (Наследов, 2004): при первом посещении мотивация засыпания была высока у большинства испытуемых, что «смазывало» общую картину.

В целом, полученные результаты косвенно подтверждают модель психологической регуляции сна (Тхостов и др., 2007): намерение и попытки прямого воздействия на сон приводят к его ухудшению. Интересно, что мотивация засыпания не влияла на особенности



Таблица 2. Корреляции депрессивности, тревожности и сонливости с объективными и субъективными показателями сна

Показатели	Депрессивность	Тревожность	Сонливость
Объективные показатели сна			
Длительность сна	-0,27	0,08	-0,03
Латентный период сна	0,33 [†]	-0,21	-0,02
Латентный период первой стадии	0,26	-0,2	-0,09
Латентный период второй стадии	0,36 *	-0,18	-0,05
Латентный период дельта-сна	0,35 *	0	0,18
Длительность первой стадии	0,23	0,08	0,04
Длительность второй стадии	-0,25	0,13	0
Длительность дельта-сна	-0,40 *	0	-0,11
Длительность бодрствования	0,09	0,01	0,17
Число пробуждений дольше трех минут	0,44 **	0,1	0,09
Максимальная продолжительность пробуждения	-0,01	0,07	0,13
Субъективная оценка сна			
Мотивация засыпания	0,19	-0,16	-0,31 [†]
Продолжительность записи	0,21	-0,16	0,09
Время засыпания	-0,04	-0,14	-0,29
Длительность сна	0,09	-0,09	0,32 [†]
Кол-во пробуждений	0,47 *	0,16	0,19
Продолжительность пробуждений	0,21	0,15	0,23
Бодрость при пробуждении	-0,05	0,1	-0,48 **
Качество сна	-0,24	-0,25	-0,04

Примечания: [†] – $p < 0,1$, * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$.

субъективной оценки сна: иными словами, изменения объективного сна не осознавались самими испытуемыми. Можно предположить, что ухудшение сна при высокой мотивации не поддается произвольному контролю: знание о негативной роли попыток заставить себя заснуть не приводит к улучшению сна, что приобретает важное значение при планировании немедикаментозных интервенций при инсомнии. Отрицательное влияние мотивации засыпания и попыток заставить себя уснуть на сон было продемонстрировано при инсомнии (Рассказова, 2008). Полученные нами результаты о связи мотивации засыпания с нарушениями сна в норме свидетельствуют об универсальности механизмов регуляции сна в норме и патологии и позволяют расширить и дополнить когнитивную модель сна (Perlis et al., 2005), согласно которой попытки заставить себя заснуть относятся к факторам хронификации уже существующих нарушений.

Следует отметить, что первое посещение, независимо от мотивации, было связано с лучшим засыпанием, более продолжительной второй стадией сна, меньшим количеством пробуждений. Иными словами, «исключение» влияния мотивации приводило к инверсии связи посещения лаборатории и качества сна. Объяснение психологических причин лучшего сна при первом посещении является задачей дальнейших исследований. Возможно, что помимо повышения мотивации первое посещение приводит к актуализации других ресурсов, благотворно сказывающихся на структуре сна.

Роль психологических факторов хронификации нарушений сна

Согласно полученным результатам, дисфункциональные убеждения в отношении сна и депрессивность в норме связаны с рядом параметров объективной картины сна, тогда как руминации перед сном и сонливость связаны с отдельными параметрами субъективной оценки своего сна. Во всех случаях мотивация засыпания не является медиатором этих связей.

- Связь депрессивности с трудностями глубокого засыпания (дельта-сон) и большим числом пробуждений позволяет предполагать, что депрессивность играет не только предиспозиционную, но и триггерную роль в формировании нарушений сна, способствуя некоторым изменениям сна в норме. Поскольку речь не идет о клиническом уровне депрессии, по всей видимости, оценки депрессивности определяются теми или иными негативными переживаниями и субъективным уровнем стресса, что согласуется с данными о влиянии стресса на сон (Ковров, Вейн, 2005). Тревожность же в норме не связана с особенностями объективного сна – можно предполагать, что ее влияние проявляется при достижении патологических значений (Посохов и др., 2004).

- Связь уровня сонливости с низкими оценками состояния при пробуждении интуитивно очевидна, большего интереса заслуживает отсутствие связи сонливости и объективной картины сна (при высокой сонливости закономерно ожидать улучшение дневного сна). Разброс баллов по шкале сонливости в выборке был достаточно большим, т. е. результаты не могут объясняться отсутствием индивидуальных различий по шкале. С нашей точки зрения, оценки сонливости могут характеризовать систему представлений человека о его сне и тем самым не быть связанными, хотя это предположение требует дополнительной проверки.

Роль пола, возраста и привычного паттерна ночного сна

В связи с относительно небольшим объемом выборки предполагалось, что индивидуальные различия по полу, возрасту и в паттерне ночного сна (см. Ковальзон, 2012) могут создавать существенный «шум», влияющий на результаты исследования, однако, это



предположение не подтвердилось, что позволило не учитывать эти параметры при обработке данных. Единственное исключение составила связь частоты ночных пробуждений с частотой и продолжительностью пробуждений в лаборатории. По всей видимости, частота ночных пробуждений характеризовала устойчивые особенности сна, проявившиеся и в исследовании. В целом результаты закономерны, поскольку структура дневного сна отличается от ночного сна. Кроме того, все испытуемые относились к хорошо спящим, соответственно можно говорить лишь об индивидуальных особенностях (но не нарушениях) ночного сна, которые могли не быть связанными с индивидуальными различиями в структуре краткого дневного сна.

Выводы

Сравнение качества дневного сна у двух групп испытуемых с первичным и повторным посещением лаборатории в зависимости от уровня мотивации к засыпанию показало, что высокий уровень мотивации засыпания приводит к увеличению латентного периода и фрагментации дневного сна хорошо спящих испытуемых.

Влияние мотивации на латентный период сна было выражено сильнее в случае, если это было не первое, а повторное посещение лаборатории. Независимо от уровня мотивации засыпания, при первом (в отличие от повторного) посещении лаборатории короче латентный период сна, дольше дельта-сон и меньше число пробуждений. Эти эффекты не были связаны с депрессивностью, тревожностью и сонливостью испытуемых.

В целом полученные данные соответствуют психологической модели регуляции сна (Тхостов и др., 2007) и позволяют дополнить и расширить когнитивную модель сна и инсомнии (Perlis et al., 2005), подтверждая существование единых механизмов психологической регуляции сна в норме и патологии.

Литература

- Ковальзон В.М. Основы сомнологии: физиология и нейрохимия цикла «бодрствование – сон». М.: Бином. Лаборатория знаний, 2012.
- Ковров Г.В., Вейн А.М. Стресс и сон у человека. М.: Нейромедиа, 2005.
- Корнеев А.А., Кричевец А.Н. Условия применимости критериев Стьюдента и Манна-Уитни // Психологический журнал. 2011. Т. 32. № 1. С. 97–110.
- Наследов А.Д. Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпретация данных. СПб: Речь, 2004.
- Посохов С.И., Ковров Г.В., Левин Я.И., Вейн А.М. Роль тревоги и депрессии в формировании субъективной оценки качества сна // Материалы 2-й Российской школы-конференции «Сон – окно в мир бодрствования». М., 2004. URL: <http://www.sleep.ru/conf/sleep03/05.htm>
- Рассказова Е.И. Нарушения психологической саморегуляции при невротической инсомнии. Дисс. ... канд. психол. наук. М., 2008.
- Рассказова Е.И., Русакова И.М., Дорохов В.Б. Влияние мотивации заснуть на параметры дневного сна // Материалы 6-й Российской (с международным участием) молодежной школы-конференции «Сон – окно в мир бодрствования». М., 2011. С. 94–95.
- Стрыгин К.Н. Сон и стресс // Российский физиологический журнал. 2011. № 4. С. 422–432.
- Сыропятов О.Г., Дзержинская Н.А., Астапов Ю.Н., Иванцова Г.В. Ранняя диагностика и лечение депрессии в общей медицинской практике. К.: Гелариум-тест, 2003.
- Тхостов А.Ш. Психология телесности. М.: Смысл, 2002.
- Тхостов А.Ш., Левин Я.И., Рассказова Е.И. Психологическая модель инсомнии: факторы хронификации // Вестник МГУ. Серия 14. Психология. 2007. № 3. С. 44–56.

- Bastein C., Vallieres A., Morin C.* Validation of the insomnia severity index as an outcome measure for insomnia research // *Sleep Medicine*. 2001. № 2. P. 297–307.
- Iber C., Ancoli-Israel S., Chesson A., Quan S.F.* The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: Rules, Terminology and Technical Specifications. 1st ed. Westchester, Illinois: American Academy of Sleep Medicine, 2007.
- Jansson-Fröjmark M., Linton S.J.* Is perfectionism related to pre-existing and future insomnia? A prospective study // *British Journal of Clinical Psychology*. 2007. V. 46. № 1. P. 119–124.
- Johns M.W.* A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale // *Sleep*. 1991. V. 14. № 6. P. 540–545.
- Harvey K., Espie C.* Development and preliminary validation of the Glasgow Content of Thoughts Inventory (GCTI): A new measure for the assessment of pre-sleep cognitive activity // *British Journal of Clinical Psychology*. 2004. V. 43. № 4. P. 409–420.
- Levin D., Bertelson A., Lacks P.* MMPI differences among mild and severe insomniacs and good sleepers // *Journal of Personality Assessment*. 1984. V. 48. № 2. P. 126–129.
- Morin C.M.* *Insomnia: psychological assessment and management*. NY: Guilford Press. 1993.
- Perlis M.L., Smith M.T., Pigeon W.R.* Etiology and pathophysiology of insomnia // *Principles and Practice of Sleep Medicine* / Eds. M. Kryger, T. Ross, W. Dement. Philadelphia: Elsevier Saunders. 2005. P. 714–724.
- Zigmond A.S., Snaith R.P.* The Hospital Anxiety and Depression Scale // *Acta Psychiatrica Scandinavica*. 1983. № 67. P. 361–70.

MOTIVATION OF SLEEP, AND ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF THE LABORATORY: THE IMPACT ON AN OBJECTIVE PICTURE AND SUBJECTIVE EVALUATION OF A DAYTIME SLEEP

RASSKAZOVA E.I., *Lomonosov Moscow State University, Moscow*
ZAVALKO I.M., *I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow*
DOROKHOV V.B., *Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology RAS, Moscow*

The paper is devoted to the influence of intention to sleep and adaptation to the lab on nap's structure in good sleepers. 1-hour nap was registered in 33 good sleepers randomly assigned to the lab's first visit / revisit conditions. Intention to sleep, subjective sleep quality, anxiety, depression and sleepiness were appraised. High intention to sleep was associated with longer sleep latency and sleep fragmentation. The influence of intention on sleep latency was especially high in lab's revisit condition. Effects didn't depend on anxiety, depression and sleepiness. In general, data supports psychological model of sleep regulation (Tkhostov, Rasskazova) expanding traditional cognitive model of sleep and insomnia and confirming common mechanisms of sleep regulation in norm and pathology.

Keywords: sleep psychology, psychological sleep regulation, intention to sleep, perpetuating factors of insomnia, nap.

Transliteration of the Russian references

- Koval'zon V.M.* *Osnovy somnologii: fiziologija i nejrohimiya cikla «boдрstvovanie – сон»*. M.: Binom. Laboratorija znaniј, 2012.
- Kovrov G. V., Vеjn A.M.* *Stress i сон u cheloveka*. M.: Nejromedia, 2005.



Korneev A.A., Krichevec A.N. Uslovija primenimosti kriteriev St'judenta i Manna-Uitni // Psihologicheskij zhurnal. 2011. T. 32. № 1. S. 97–110.

Nasledov A.D. Matematicheskie metody psihologicheskogo issledovanija. Analiz i interpretacija dannyh. SPb: Rech', 2004.

Posohov S.I., Kovrov G.V., Levin Ja.I., Vejn A.M. Rol' trevogi i depressii v formirovanii sub'ektivnoj ocenki kachestva sna // Materialy 2-j Rossijskoj shkoly-konferencii «Son – okno v mir boдрstvovanija». M., 2004. URL: <http://www.sleep.ru/conf/sleep03/05.htm>

Rasskazova E.I. Narushenija psihologicheskoi samoreguljicii pri nevrotičkoj insomnii. Diss. ... kand. psihol. nauk. M., 2008.

Rasskazova E.I., Rusakova I.M., Dorohov V.B. Vlijanie motivacii zasnut' na parametry dnevnogo sna // Materialy 6-j Rossijskoj (s mezhdunarodnym uchastiem) molodezhnoj shkoly-konferencii «Son – okno v mir boдрstvovanija». M., 2011. S. 94–95.

Strygin K.N. Son i stress // Rossijskij fiziologicheskij zhurnal. 2011. № 4. S. 422–432.

Syropjatov O.G., Dzeruzhinskaja N.A., Astapov Ju.N., Ivancova G.V. Rannjaja diagnostika i lečenje depressii v obshhej medicinskoj praktike. K.: Gelarium-test, 2003.

Thostov A.Sh. Psihologija telesnosti. M.: Smysl, 2002.

Thostov A.Sh., Levin Ja.I., Rasskazova E.I. Psihologicheskaja model' insomnii: faktory hronifikacii // Vestnik MGU. Serija 14. Psihologija. 2007. № 3. S. 44–56.



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ВНИМАНИЯ ПРИ ВОСПРИЯТИИ ДВИЖЕНИЯ¹

ТЮРИНА Н. А., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва
УТОЧКИН И. С., Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва

Настоящая работа посвящена экспериментальному исследованию влияния восприятия движущегося объекта на одновременное распределение внимания на окружающую объект область в зависимости от того, является ли данный объект объектом внимания или таковым не является. Основная задача испытуемых состояла в обнаружении зондового стимула, появившегося в неожиданный момент впереди, позади, в стороне от движущегося объекта или в его отсутствие. Первая группа испытуемых получала инструкцию игнорировать движение, вторая группа – следить за ним. Результаты исследования свидетельствуют, что вне зависимости от инструкции зондовый стимул обнаруживался эффективнее в присутствии движения. Кроме того, обнаружение зондового стимула происходило быстрее, когда последний появлялся позади движущегося объекта. Установка на слежение или игнорирование не повлияла на распределение внимания, однако испытуемые «следающей» группы демонстрировали систематически более медленные реакции, что позволяет сделать вывод о существенной направленности внимания данной группы испытуемых на движение объектов. Интерпретация и анализ результатов исследования были осуществлены в рамках премоторной теории внимания (Rizzolatti et al., 1987).

Ключевые слова: восприятие движения, пространственное внимание, слежение, игнорирование, время реакции, премоторная теория внимания.

Вопрос о механизмах и динамике процесса переключения внимания с одного объекта пространства на другой продолжает оставаться одной из центральных проблем когнитивной психологии в целом и психологии внимания, в частности. В целом ряде исследовательских работ, посвященных изучению вопроса о соотношении сдвигов внимания и движения глаз, были выдвинуты следующие гипотезы. Во-первых, переключение внимания может следовать за движением глаз; во-вторых, движения глаз могут быть следствием переключения внимания – внимание в этом случае «предвосхищает» саккадические движения глаз. Кроме того, высказываются предположения о наличии более сложной взаимосвязи между этими двумя процессами или же вовсе об отсутствии связи между ними.

Существует множество метафор внимания, в том числе и представление о внимании как о «внутреннем глазе» (Jonides, 1981). Однако тогда встает вопрос о соотношении между собой переключения и распределения внимания как «внутреннего» глаза и движения глаза «внешнего». Сторонники данного подхода предполагают наличие связи переключения внимания с одного объекта на другой и движений глаз, прежде всего быстрых скачкообразных – саккад.

Классические моторные теории внимания, традиционно рассматривающие связь внимания и движения, утверждают, «что в любом акте внимания содержится двигательный компонент, а в акт произвольного внимания вовлечены мозговые центры, связанные с управлением движениями и получением обратной связи о состоянии мышц» (Костин, 2008). В от-

¹ Исследование выполнено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2012 году.



личие от моторных теорий более современные премоторные теории внимания выдвигают несколько иные предположения о природе и динамике процесса переключения и распределения внимания и связи его с движением глаз, делая особый акцент на его механизмах; представители данного направления психологии внимания не только считают данные механизмы тождественными по своей природе, но также высказывают идею, что за те и другие движения отвечает один и тот же субстрат в головном мозге. Более того, с их точки зрения, переключение внимания опережает движение глаз и, таким образом, является неотъемлемой частью окулomotorного планирования.

Дж. Риццоллатти одним из первых сформулировал законченный вариант премоторной теории внимания, выдвинув предположение, что движения глаз и переключение зрительно-пространственного внимания, не требующие перевода взора (так называемая *скрытая ориентировка внимания*), могут быть объяснены действием единого механизма (Findlay, Gilchrist, 2003; Rizzolatti et al., 1987) работы моторной системы, ответственной за генерацию и осуществление саккады. По мнению М. Познера, пространственная фасилитация перцептивных процессов – обнаружения, различения, опознания – происходит в результате подготовки к совершению саккады, осуществляемой моторной системой. С этой точки зрения внимание можно назвать побочным продуктом работы моторной системы, а эффекты внимания или невнимания могут быть связаны с особенностями работы моторной системы или пространственной координации движений глаз (Posner, 1980).

Дж. Риццоллатти и его коллеги придерживаются следующей точки зрения. Существует тесная связь между движениями глаз (в первую очередь, саккадами) и движениями скрытого внимания; при этом движения внимания опережают движения глаз, а нейронные механизмы, управляющие вниманием, включаются быстрее и уже далее направляют движение глаз к объекту. Иными словами, релевантные объекты сначала оказываются в фокусе внимания, а затем совершается целенаправленное адаптационное движение глаз, создающее наилучшие условия для восприятия этого объекта в фовеальной области зрительного поля (Findlay, Gilchrist, 2003). Даже в том случае, когда отсутствует прямая необходимость саккадического движения глаза (а именно эта ситуация характеризует скрытую ориентировку, когда внимание переключается, а глаз вынужден «стоять на месте»), глазодвигательная система все равно готовится к ней. В этом случае затратами внимания будет то самое время, которое было использовано на отмену одной глазодвигательной программы и смену ее другой.

Гипотеза о том, что сдвиги пространственного внимания влекут за собой соответствующие изменения в глазодвигательной системе, подтверждается данными физиологических исследований. Так, даже если решаемая задача не предполагает движений глаз (то есть испытуемый должен фиксировать свой взгляд), пространственный сдвиг внимания ведет к активации зон коры головного мозга, которые отвечают за движение глаз (Nikolaev et al., 2011). Непроизвольное внимание, возникающее при появлении неожиданного раздражителя или движущегося объекта, на который субъект вынужден перевести свой взгляд, способствует увеличению эффективности обработки этого объекта еще до завершения саккадического движения глаз (там же).

Если вопросам изучения взаимосвязи работы внимания и саккад посвящено большое количество исследований, то исследовательские работы, направленные на изучение особенностей плавных следящих движений глаз, встречаются значительно реже. Тем не менее, результаты ряда исследований наглядно демонстрируют, что внимание вносит свой вклад



в работу процессов регуляции плавного слежения и прослеживающего движения глаз. Так, данные исследования М. МакЭвоя и коллег свидетельствуют, что активация некоторых зон центральной нервной системы происходит в тех случаях, когда наблюдатель вынужден обращать внимание на определенные специфические характеристики зрительного движения (MacAvoy et al., 1991). Участки мозга, которые отвечают за генерацию саккад, также содержат клетки, которые включены в переработку и результаты плавного слежения (там же).

Стоит также упомянуть, что на перцептивную обработку движущейся цели может оказывать влияние нерелевантный движущийся объект – *дистрактор*, который наблюдатель должен игнорировать. Направление движения дистрактора систематически влияет на ответ наблюдателя, причем в ситуациях, когда дистрактор движется в противоположном направлении относительно основной цели слежения, происходит более существенное увеличение скорости перцептивной обработки по сравнению с ситуациями, когда наблюдатель следит за движущимися в одном направлении основной целью слежения и дистрактором (по: van Donkelaar, Drew, 2002).

Результаты исследований П. ван Донкелара и Э. Дрю с применением двойной задачи указывают на то, что плавное слежение за движущимся объектом также влияет на пространственное распределение внимания относительно этого объекта, что также свидетельствует в пользу премоторной теории. Экспериментальная задача П. ван Донкелара и Э. Дрю состояла в следующем: испытуемый следил за движущимся перед ним на экране объектом и нажимал на кнопку, когда кроме этого объекта на экране появлялся другой объект – зондовый стимул. Полученные данные свидетельствовали о возрастании скорости ответов испытуемых при оценке ими движения целевого стимула в том случае, когда зондовый стимул предъявлялся впереди и позади целевого объекта на траектории его движения (van Donkelaar, Drew, 2002). Такие результаты позволяют сделать вывод, что это условие – предъявление зондового стимула впереди целевого – требует меньше затрат внимания, чем предъявление дополнительных стимулов в других направлениях и точках зрительного поля.

Несколько иные результаты относительно обработки зондового стимула в условиях восприятия движения были получены И. С. Уточкин (Utochkin, 2009), использовавшим аналогичный экспериментальный материал и схему. Однако принципиальное отличие процедуры данного эксперимента от процедуры П. ван Донкелара и Э. Дрю заключалось в том, что испытуемые должны были не столько следить за движущимся целевым объектом, сколько игнорировать его (т.е. в данном случае именно целевой объект выступал в роли дистрактора), стараясь как можно быстрее отреагировать на зондовый стимул. В разных пробах дистрактор либо предъявлялся, либо не предъявлялся на экране; кроме того, осуществлялось не только варьирование пространственного расположения зонда относительно траектории движения дистрактора, но также и варьирование траектории движения дистрактора (прямолинейная или хаотическая) с наличием или отсутствием возможности предсказания характера его движения (смешанные или несмешанные последовательности прямых и хаотических проб) (Utochkin, 2009).

Результатом наличия движущегося дистрактора на экране оказалось заметное (до 100 мс) ускорение реакции испытуемых на зондовый стимул по сравнению с ситуациями, когда дистрактор не предъявлялся. И. С. Уточкин интерпретирует этот эффект как результат автоматического срабатывания системы предоповещения (предупреждения, готовности) или *бдительности* (*alerting*): появление движущегося объекта повышает неспеци-



фическое внимание к *любым* событиям, происходящим на экране (эффект настораживания), в то время как ускорение реакции испытуемых на целевые стимулы, которые находились позади дистрактора, свидетельствует, с его точки зрения, о срабатывании системы непроизвольной *ориентировки (orienting)*, обеспечивающей распределение внимания в пространстве зрительного поля. Ускорения ответа испытуемых при появлении зондового стимула впереди дистрактора обнаружено не было – случай расхождения результатов, полученных в исследовании Уточкина, с результатами эксперимента П. ван Донкелара и Э. Дрю. Эффект пространственной ориентировки был обнаружен только в случае прямолинейного (а не хаотичного) движения объекта, что косвенно указывает на формирование субъектом восприятия внутренней модели прогнозирования траектории движения наблюдаемого объекта, необходимой для успешного осуществления работы пространственного внимания. И, наконец, результаты анализа показателей скорости реакции испытуемых свидетельствовали об увеличении фасилитирующего эффекта работы системы бдительности в несмешанной последовательности проб по сравнению со смешанной последовательностью (там же).

Кроме того, был проведен анализ постэкспериментальных отчетов испытуемых, в которых они отвечали на вопросы: «Заметили ли Вы связь между траекторией движущегося объекта и появлением целевого стимула?», «Помогал ли Вам движущийся объект в обнаружении целевого стимула?» и др. Подавляющее большинство отчетов испытуемых, за исключением одного, свидетельствовало об отсутствии обнаружения ими какой-либо связи между двумя стимулами и, соответственно, отсутствии осознанной стратегии выполнения задачи. Только один испытуемый сообщил, что зондовый стимул чаще появлялся на траектории движения дистрактора, поэтому он осознанно ожидал целевое событие в этой области. Примечательно, что именно этот испытуемый продемонстрировал систематическое ускорение реакции в ответ на появление зондового стимула как позади, так и впереди движущегося дистрактора.

Подобное исключение из общей тенденции является важным и заслуживающим внимание фактом, поскольку указывает на роль, которую играет в распределении внимания объективно или субъективно сформулированная стратегия решения поставленной задачи по обнаружению и различению параметров движущегося объекта. Параметры и особенности движения объекта, определенным образом встроенные в структуру решения задачи обнаружения, оказывают существенное влияние на паттерны распределения внимания. Таким образом, именно испытуемый, результаты решения задачи которым стали исключением из общего числа ответов, осознанно использовал дистрактор в качестве пространственной подсказки, осуществляя успешное распределение внимания при оценке параметров движения объекта в двух направлениях траектории. Сходные результаты были продемонстрированы в экспериментах П. ван Донкелара и Э. Дрю, где основное условие задачи испытуемых заключалось в отслеживании движения объекта. И в том и в другом случае внимание наблюдателя было направлено на отслеживание траектории движущегося объекта. Однако еще раз отметив, что основной задачей испытуемых в экспериментах И. С. Уточкина являлось не отслеживание траектории движущегося объекта, а его игнорирование и, как следствие, задействование иного, нежели в исследованиях Донкелара и Дрю, паттерна распределения внимания, мы можем перейти к формулировке центральной гипотезы нашего исследования.

Мы предположили, что характер распределения внимания при отслеживании движущегося объекта зависит от установки, определяющей направление внимания. В частности,



мы полагаем, что установка на игнорирование движущегося объекта, тем не менее, вызовет произвольную ориентировку внимания на области пространства движения, которые были пройдены движущимся объектом. Кроме того, сознательная установка на отслеживание движения объекта задает превосходящую ориентировку внимания к направлению движения объекта, т. е. внимание будет распространяться и на области пространства, находящиеся впереди движущегося объекта. Основным показателем ориентировки и распределения внимания на ту или иную область пространства движения является, с нашей точки зрения, ускорение реакции на появление зондового стимула в данной области.

Методика

Испытуемые

В исследовании приняли участие 50 человек (28 женщин, 22 мужчины) в возрасте от 18 до 25 лет (средний возраст 20,3 года). Все испытуемые имели нормальное или скорректированное до нормального зрение, не имели проблем с цветовым восприятием, черепно-мозговых травм и эпилепсии и были правшами. Испытуемые случайным образом были поделены на две равные группы ($N = 25$) в зависимости от получаемой в установке инструкции: игнорировать движущийся объект или следить за ним.

Аппаратура и стимуляция

Для предъявления стимуляции использовались компьютер Pentium dual-core CPU E 6500 (частота процессора 2,93 ГГц, видеокарта NVidia GeForce 9400 GT), монитор BenQ (диагональ 19 дюймов, частота обновления 85 Гц, разрешение 800 x 600 пикселей) и LPT-пульт, специально разработанный для прецизионной регистрации времени реакции. Предъявление стимулов и регистрация ответов осуществлялись с помощью программы-конструктора зрительных экспериментов StimMake (авторы А.Н. Гусев и А.Е. Кремлев).

Стимуляция была аналогична той, которая использовалась в экспериментах И.С. Уточкина (Utochkin, 2009). Стимулы предъявлялись на однородном черном поле. В качестве движущегося объекта использовался белый круг величиной 2° , в качестве зондового стимула – серая звездочка величиной 1° .

Процедура

Каждая экспериментальная сессия проводилась в индивидуальном порядке. Испытуемый находился на расстоянии 60 сантиметров от монитора. Испытуемые первой группы получали инструкцию нажимать на кнопку пульта всякий раз, когда они увидят краткое предъявление серой звездочки, игнорируя движущийся белый круг. Вторая группа получала инструкцию нажимать кнопку в ответ на звездочку, одновременно отслеживая перемещение белого круга.

Предъявление движущегося объекта. Кажущееся движение белого круга достигалось серией быстро сменяющихся кадров со статичным изображением круга в соседних пространственных позициях. Расположение статичных изображений и равное время экспозиции каждого кадра обеспечивало восприятие равномерного и прямолинейного движения. Направление движения могло быть следующим: сверху вниз и обратно, слева направо и обратно, по любой из двух диагоналей снизу вверх и обратно. При этом любая траектория проходила через середину экрана. Скорость воспринимаемого движения составляла примерно 24° в секунду.



Предъявление зондового стимула. Зондовый стимул предъявлялся в случайный момент времени (но не раньше чем через 300 мс от начала движения дистрактора) впереди, позади или в стороне от движущегося дистрактора. Расстояние между целью и текущим положением дистрактора варьировалось в диапазоне приблизительно от 7° до 12°. В части проб цель предъявлялась без дистрактора. Длительность предъявления зондового стимула составляла 100 мс.

Пробы. Основная серия эксперимента состояла из 150 проб, разделенных на три последовательных блока по 50 проб с двумя перерывами на отдых. Это количество было поровну поделено между пятью условиями (по 30 в каждом). 30 проб содержали только зондовый стимул без дистрактора и рассматривались как контрольное условие. В 30 пробах зондовый стимул появлялся в стороне от дистрактора, в 30 пробах – позади, в 30 пробах – впереди (рис. 1). Еще 30 проб содержали только дистрактор и рассматривались в качестве пустых проб. Поскольку они не предполагали никакого ответа, в дальнейшей обработке они не участвовали. Пробы всех пяти типов были перемешаны случайным образом. Кроме 150 основных проб перед началом эксперимента испытуемым предъявлялась короткая тренировочная серия из 30 проб.

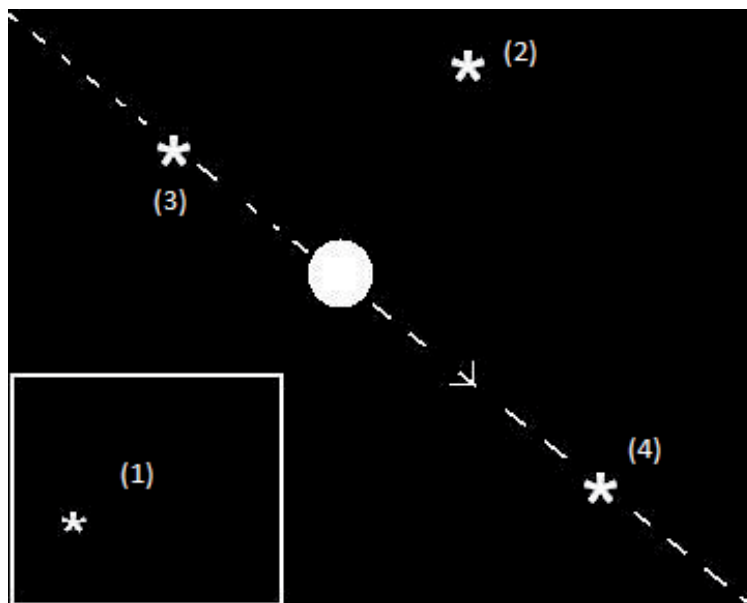


Рис. 1. Схематическое изображение экспериментальных условий: 1 – контрольное условие, 2 – «в стороне», 3 – «позади», 4 – «впереди»

Постэкспериментальный опрос. По завершении эксперимента испытуемых просили ответить на вопросы: 1. Достаточно ли Вам было времени для выполнения задания? 2а. Трудно ли Вам было игнорировать движущийся объект? (Этот вариант вопроса получали только испытуемые из «игнорирующей» группы.) 2б. Трудно ли Вам было следить за движущимся объектом? (Этот вариант вопроса получали только испытуемые из «следающей» группы.) 3. Использовали ли Вы какие-нибудь стратегии решения задачи? 4. Заметили ли Вы какую-нибудь связь между движениями белого круга и появлением звездочки?



Переменные. В качестве независимых переменных в данном эксперименте рассматривались: 1) «инструкция», выражающая заданную установку по отношению к движущемуся дистрактору (2 уровня: «игнорирование» и «слежение») и 2) «местоположение зонда», выражающее пространственное отношение зондового стимула к движущемуся объекту (4 уровня: *контроль*, *зонд впереди*, *зонд позади* и *зонд в стороне*, см. рис. 1). В качестве зависимой переменной выступало время реакции (ВР) на зондовый стимул.

Результаты

Основные результаты эксперимента представлены на рис. 2.

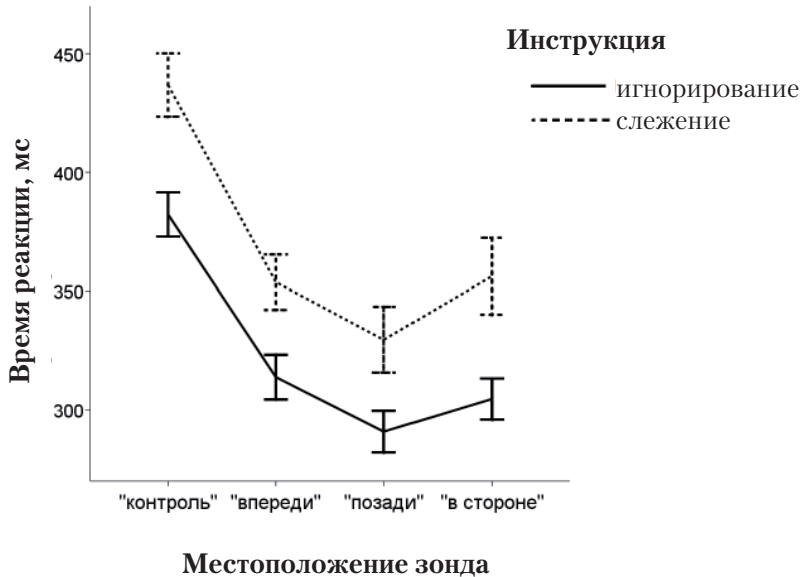


Рис. 2. Влияние инструкции и местоположения зондового стимула относительно движущегося объекта на время реакции. Столбики ошибок соответствуют ± 1 стандартной ошибке среднего

Статистическая оценка экспериментального эффекта, проведенная посредством двухфакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с повторными измерениями, показала значимость фактора «местоположение зонда» ($F(3,42) = 108,97, p < 0,001$), о чем свидетельствуют значимые различия между показателями скорости реакции в контрольных пробах и пробах с условиями «зонд *впереди*», «зонд *позади*» и «зонд *в стороне*», а также различия между показателями скорости реакции в пробах с условием «зонд *позади*» и показателями скорости реакции в пробах с условиями «зонд *впереди*» и «зонд *в стороне*». Как видно на рис. 2, самые медленные ответы были даны испытуемыми в контрольных пробах, а самые быстрые – в пробах «зонд *позади*».

Необходимо также отметить значимость фактора «инструкция» ($F(1,44) = 10,25, p < 0,001$), о чем свидетельствуют данные о более низкой скорости реакции у испытуемых группы слежения по сравнению с группой испытуемых, игнорировавших движущийся объект, *вне зависимости* от типа пробы. В среднем испытуемые из «следающей» группы затрачивали на обнаружение целевого стимула на 30–35 мс больше времени. Эффект межфакторного взаимодействия оказался незначимым.



Анализ ответов на вопросы постэкспериментального интервью позволил получить информацию о стратегиях, использованных испытуемыми в ходе выполнения задачи. Можно выделить две доминирующие стратегии: 1) стратегия «центр экрана» (ее упомянули 38 % испытуемых) характеризуется концентрацией внимания и взора на центре экрана, наблюдение за зрительными событиями при помощи периферического зрения; 2) стратегия «слежение за движущимся объектом» (10 % испытуемых придерживались ее) представляет собой отслеживание зрительной цели в виде движущегося объекта с возможным использованием движущегося объекта как подсказки для обнаружения целевого.

Было выделено также еще несколько стратегий, вошедших в группу «Прочие стратегии», куда были включены стратегии выполнения задания испытуемыми, которые старались распределять внимание по всей области поля экрана, а не фиксировать внимание на отдельных его областях.

Обсуждение результатов

Результаты настоящего эксперимента в целом воспроизводят результаты, полученные в исследовании И. С. Уточкина (Utochkin, 2009). Так, полученные данные о влиянии наличия движущегося объекта на ускорение реакции при появлении зондового стимула позволяют сделать вывод, что появление движущегося объекта в зрительном поле запускает в ход реакцию настораживания, связанную с работой неспецифической системы внимания, обеспечивающей функцию бдительности (Уточкин, 2008; Fan et al., 2002). Кроме того, обнаруженное в обеих группах испытуемых ускорение реакции на зондовый стимул, предъявленных позади движущегося объекта, может быть следствием непроизвольной ориентировки, или так называемого «захвата внимания» (attentional capture), вызванного возникновением яркого события (движением объекта) в соответствующей области пространства. Иными словами, движущийся объект на некоторое время оставляет за собой своеобразный «активационный след», обеспечивающий преимущество в обработке и стимулам, которые попадают в этот след.

Согласно нашей гипотезе, характер установки по отношению к движущемуся объекту оказывает существенное влияние на распределение внимания в пространстве этого объекта. В частности, мы предполагали, что установка на слежение за движущимся объектом, в отличие от установки на игнорирование движения, вызовет ускорение реакции на появление зондового стимула впереди этого объекта. Однако, как показали результаты, это предположение не нашло своего подтверждения в ходе эксперимента: значимого ускорения реакций на зондовый стимул, появлявшийся впереди движущегося объекта, обнаружено не было ни при одной из инструкций.

В связи с этим необходимо отметить обнаруженные значимые различия во времени реакции между «следающей» и «игнорирующей» группами, которые практически константны для всех стимульных условий. На наш взгляд, это указывает на более-менее добросовестное выполнение задания испытуемыми. Систематическое замедление реакции у испытуемых «следающей» группы, вероятно, представляет собой «издержки» распределенного внимания, неизбежно возникающие вследствие попытки совмещения двух задач – слежения за движущимся объектом и обнаружения зонда. Разумеется, полный экспериментальный контроль за тем, насколько тщательно и последовательно испытуемые следовали инструкциям, направленным в большей степени на внутренние мыслительные процессы (слежения или игнорирования), невозможен. Однако наличие подобного рода



«издержек» распределенного внимания указывает, что испытуемые «следящей» группы были склонны обращать внимание на движущийся объект, по крайней мере, в большей степени, чем испытуемые из «игнорирующей» группы. Таким образом, межгрупповое сходство паттернов распределения пространственного внимания не может быть приписано недостаточному контролю за выполнением инструкции. Из этого мы можем заключить, что наличие или отсутствие внимания к движущемуся объекту само по себе не является существенным условием, влияющим на характер распределения внимания в пространстве этого объекта.

Подтверждение гипотезы о влиянии установки внимания по отношению к движущемуся объекту на распределение внимания в пространстве данного объекта позволило бы привести в определенное соответствие противоречивые данные, полученные в исследованиях П. ван Донкелара и Э. Дрю (van Donkelaar, Drew, 2002) и И. С. Уточкина (Utochkin, 2009). Однако поскольку гипотеза не получила подтверждения, противоречие сохраняется.

Если установка внимания по отношению к движущемуся объекту регулирует действие центральных механизмов управления вниманием, то, возможно, более важную роль играет периферический, т.е. глазодвигательный компонент восприятия и внимания? Именно такая гипотеза может быть закономерным следствием сформулированных в рамках премоторной теории внимания положений (Rizzolatti et al., 1987). Действительно, в эксперименте П. ван Донкелара и Э. Дрю (van Donkelaar, Drew, 2002) испытуемые осуществляли плавное слежение взглядом за движущимся объектом, процесс которого контролировался с помощью окулографии. В нашем исследовании, как и в более раннем исследовании И. С. Уточкина (Utochkin, 2009), такого контроля не проводилось, и, следовательно, точных данных, каким образом варьировалась глазодвигательная активность как от испытуемого к испытуемому (о чем свидетельствуют самоотчеты, указывающие на разнообразие использованных испытуемыми стратегий, среди которых истинное «преследование» упоминалось лишь в 10 % случаев), так и внутри опыта, не было получено.

Проверка гипотезы о возможной связи плавных следящих движений глаз с «предвосхищающим» распределением внимания на область впереди движущегося объекта, несомненно, является очевидным продолжением начатой исследовательской работы. Более строгий аппаратный контроль движений глаз (например, с использованием современных методов видеоокулографии) позволит осуществить корректную проверку данной гипотезы.

Выводы

1. В ходе экспериментального исследования особенностей распределения пространственного внимания с измерением времени реакции на появление зондового стимула были установлены закономерности данного процесса: во-первых, обнаружено, что присутствие движущегося объекта вызывает неспецифическое ускорение реакции на появление зондового стимула в любом месте пространства; во-вторых, пространственное внимание, по-видимому, в течение некоторого времени продолжает оставаться рассредоточенным по всей траектории движения, ранее пройденной объектом, обеспечивая преимущество в обработке зондовых стимулов, возникающих на этой траектории. Зондовые стимулы впереди движущегося объекта преимуществ не получают. Результаты в целом соответствуют данным, полученным ранее в сходных условиях (Utochkin, 2009).



2. Установка внимания по отношению к движущемуся объекту (слежение или игнорирование) не влияет на характер распределения внимания в пространстве изменений данного объекта.

Литература

- Костин А.Н.* О регистрации движений глаз [Электронный ресурс] // Юзабилити Бюллетень. Электронный журнал. 2008. № 13. URL: <http://www.usabilityprofessionals.ru/UsabilityBulletin-13.aspx?EntryID=694> (дата обращения: 25.04.2010).
- Уточкин И.С.* Теоретические и эмпирические основания уровневого подхода к вниманию // Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2008. Т. 5. № 3. С. 31–66.
- Fan J., McCandliss B. D., Sommer T., Raz A., Posner M. I.* Testing the efficiency and independence of attentional networks // Journal of Cognitive Neuroscience. 2002. V. 14. P. 340–347.
- Findlay J. M., Gilchrist I. D.* Active Vision. The Psychology of Looking and Seeing. Oxford Psychology Series. 2003. Book 37.
- Jonides J.* Voluntary vs. automatic control over the mind's eye's movement // J. B. Long & A. D. Baddeley (Eds.) Attention and Performance IX. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, 1981. P. 187–202.
- MacAvoy M. G., Gottlieb J. P., Bruce C. J.* Smooth-pursuit eye movement representation in the primate frontal eye field // Cerebral Cortex. 1991. V. 1. P. 95–102.
- Nikolaev A. R., Nakatani C., Plomp G., Jurica P., van Cees L.* Eye fixation-related potentials in free viewing identify encoding failures in change detection // NeuroImage. 2011. V. 56. P. 1598–1607.
- Posner M. I.* Orienting of attention // Quarterly Journal of Experimental Psychology. 1980. V. 32. P. 3–25.
- Rizzolatti G., Riggio L., Dascola I., Umiltá C.* Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians: evidence in favor of a premotor theory of attention // Neuropsychologia. 1987. V. 25. P. 31–40.
- Utochkin I. S.* Redundancy effects of a moving distractor generated by alerting and orienting // Attention, Perception and Psychophysics. 2009. P. 71. P. 1825–1830.
- Van Donkelaar P., Drew A. S.* The allocation of attention during smooth pursuit eye movements // Progress in Brain Research. 2002. V. 140. P. 267–277.

THE ALLOCATION OF SPATIAL ATTENTION IN PERCEPTION OF MOTION

TYURINA N. A., National Research University Higher School of Economics, Moscow

UTOCHKIN I. S., National Research University Higher School of Economics, Moscow

The present work is devoted to the experimental investigation of peculiarities of the influence of perception of a moving object on the simultaneous distribution of attention to the surrounding area depending on whether the given object is the object of attention or not. Detection of the probe stimulus, which appeared unexpectedly ahead, behind, aside from a moving object, or in his absence, was the main task of the observers. One half of the observers were instructed to ignore motion, while another half of the observers were instructed to track it. The study shows that, regardless of the instruction, probe



stimulus were detected more efficiently in the presence of motion. Furthermore, the detection of probe stimulus was carried out faster in the case when probe stimulus appeared behind a moving object. Neither formed aim of tracking an object, nor aim of ignoring it affected the distribution of attention, however, the subjects of the «tracking» group systematically demonstrated slow reactions – this fact allows us to make a conclusion about the presence of the essential orientation of attention on the motion of objects in this group of observers. Interpretation and analysis of the results was conducted within the framework of premotor theory of attention (Rizzolatti et al., 1987).

Keywords: motion perception, spatial attention, tracking, ignoring, reaction time, premotor theory of attention.

Transliteration of the Russian references

Kostin A.N. O registracii dvizhenij glaz [Elektronnyj resurs] // Juzabiliti Bjulleten'. Elektronnyj zhurnal. 2008. № 13. URL: <http://www.usabilityprofessionals.ru/UsabilityBulletin-13.aspx?EntryID=694> (data obrashhenija: 25.04.2010)

Utochkin I.S. Teoreticheskie i jempiricheskie osnovanija urovneвого podhoda k vnimaniju // Psihologija. Zhurnal Vyshej shkoly ekonomiki. 2008. T. 5. № 3. S. 31–66.



ЭФФЕКТ АРТИКУЛЯЦИИ В ТРЕХМЕРНЫХ ЗРИТЕЛЬНЫХ ИЛЛЮЗИЯХ¹

МЕНЬШИКОВА Г.Я., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

БАЯКОВСКИЙ Ю.М., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

ЛУНЯКОВА Е.Г., Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва

ПЕСТУН М.В., ООО «Мэйл.Ру Геймз», Москва

ЗАХАРКИН Д.В., ООО «АВИ Лаб», Москва

Эффект артикуляции известен как влияние сложности зрительной сцены на оценку светлоты находящегося в ней тестового участка поверхности. До сих пор этот эффект изучался на примере двумерных изображений. Основная цель настоящей работы состояла в исследовании выраженности эффекта артикуляции при оценке трехмерных сцен, а также в сравнительном анализе факторов, которые оказывают влияние на его возникновение, – количества участков разной яркости и количества трехмерных объектов разной окраски, окружающих тестовую поверхность. Результаты исследования, проведенного на материале модифицированной иллюзии одновременного контраста с использованием системы виртуальной реальности CAVE, свидетельствуют, что оценка светлоты тестовой поверхности не меняется при увеличении числа участков разной яркости, если количество разноокрашенных объектов остается постоянным.

Ключевые слова: эффект артикуляции, светлота, яркость, трехмерные зрительные иллюзии, иллюзия одновременного контраста, технология виртуальной реальности.

Введение

Проблема влияния как ближнего, так и удаленного окружения на восприятие характеристик объекта давно интересовала исследователей. Известно, что характеристики перцептивного образа объекта зависят не только от его параметров, но и от нашего восприятия всей сцены в целом. Решение этой проблемы было предложено сторонниками гештальт-психологии, сформулировавшими новые теоретические конструкты для оценки параметров общей сцены (Koffka, 1935; Köhler, 1947). Нахождение закономерностей перцептивной организации сцены позволило также объяснить объединение отдельных элементов сцены и их взаимное влияние друг на друга. В частности, для объяснения влияния удаленных участков поверхности на оценку светлоты тестового участка гештальт-психологом Д. Кацем (Katz, 1935) было введено понятие артикуляции (articulation effect). Следует отметить, что в англоязычной литературе термины «articulation», «articulation effect», «concept of articulation» используются как синонимы для описания одного и того же феномена (см., например: Gilchrist, Annan, 2002).

Д. Кац (Katz, 1935) описал эффект артикуляции как следствие влияния сложности сцены на оценку светлоты находящегося в ней тестового участка поверхности, а также сформулировал основное правило артикуляции: чем выше степень артикуляции в пределах референтного поля, тем точнее оценивается испытываемый светлота. В большинстве ранних исследований (Burzlaff, 1931; Gelb, 1938; Henneman, 1935) под степенью артикуляции

¹ Работа поддержана грантом «Применение современных информационных технологий в разработке инновационных методов изучения когнитивных процессов человека» в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.



понималось количество разноокрашенных участков поверхности, окружающих тестовый участок, а под референтным полем – равномерно освещенное поле (a field of illumination), внутри которого они находились.

Результаты аналогичных исследований также подтвердили действие правила артикуляции, предложенного Д. Кацем. Так, В. Барзлефф (Burzlaff, 1931) показал, что оценка светлоты тестового участка, предъявляемого на однородном фоне, осуществляется с невысокой точностью – константность на уровне от 65 % до 90 %. Однако замена однородного фона на 48 участков, окрашенных в различные черные, серые и белые оттенки, повышала константность светлоты до 100%. В другом исследовании (Gelb, 1938) было показано влияние светлоты дополнительного объекта на оценку светлоты теста. Гельб подвешивал черный диск на фоне темной плохо отражающей поверхности и освещал его так, чтобы наблюдатель видел только свет, отраженный от диска. В этой ситуации черный диск воспринимался окрашенным в белый цвет. Однако как только в поле освещения вводился небольшой белый диск, черный диск воспринимался более адекватно, а именно, как темно-серый. Следует отметить, что эффект Гельба нельзя считать «чистым» эффектом артикуляции, поскольку появление белого диска не только усиливало артикулированность, но и повышало величину максимальной яркости в сцене, что само по себе могло привести к «перерасчету» светлоты всех участков сцены относительно участка с максимальной яркостью. Однако в аналогичных экспериментах, проведенных А. Гилкристом совместно с группой исследователей (Gilchrist et al., 1999), было показано, что тестовый диск темнел при увеличении степени артикуляции и в условиях, когда максимальная яркость сцены оставалась постоянной. Если группа из 2, 5 и 10 окрашенных участков окружала тестовый диск, он оценивался в 7,5 (светло-серый), 4,5 (средне-серый) и 3,3 (почти черный) Манселловских единиц соответственно. Явно выраженный эффект артикуляции наблюдался и в эксперименте Р. Хеннемана (Henneman, 1935). Заметное улучшение оценки светлоты наблюдалось, когда рядом с тестовым диском помещались 1 или 3 темных маленьких диска. Р. Хеннеман также более подробно проанализировал влияние факторов сцены на степень артикуляции. Он отметил, что степень артикуляции может быть увеличена тремя способами: во-первых, при помощи увеличения числа окрашенных участков, окружающих тестовый, во-вторых, при помощи увеличения числа по-разному освещенных участков фона и, в-третьих, при внесении в сцену признаков глубины. Последний способ подразумевал вынесение артикулирующих поверхностей из поверхности фона.

Правило артикуляции, сформулированное Д. Кацем, относилось к сценам, в которых удаленные участки поверхности были освещены так же, как тестовый участок. Л. Кардос (Kardos, 1934) предположил, что на оценку светлоты объекта оказывают влияние не только референтное, но и нереперентные поля, имеющие другую освещенность. Это предположение было подтверждено в эксперименте по исследованию артикуляции нереперентного поля (Kardos, 1934). Было показано, что увеличение степени артикуляции в нереперентном поле приводило не к улучшению, а, напротив, к ухудшению оценки светлоты объектов референтного поля. В соответствии с этими данными Кардос пересмотрел правило артикуляции следующим образом: на оценку светлоты могут влиять не только референтные, но и нереперентные поля, причем степень их влияния определяется размерами этих полей и уровнем их артикуляции.

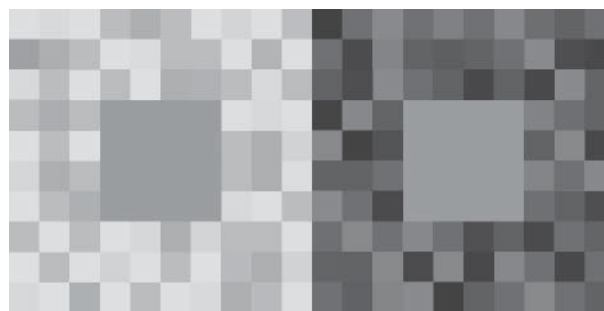
В современных теориях светлоты понятие артикуляции было вновь пересмотрено. А. Гилкрист и В. Аннан (Gilchrist, Annan, 2002) предложили заменить устаревшее понятие «поля» (field), введенное в гештальттеории, термином «рамка» (framework), благодаря чему



были успешно объяснены многие ошибки в оценке светлоты. Светлота тестового участка, согласно гипотезе А. Гилкрита, определяется путем его сравнения с самым ярким участком в рамке, который служит «якорем» как эталон белого. Поскольку каждый объект включен не в одну, а в несколько рамок, то и «якорей» в сцене может быть несколько. В таком случае большее влияние на оценку светлоты будет оказывать эталон из более «мощной» рамки. Одним из основных факторов, определяющих «мощность» рамки, является ее артикулированность. В соответствии с данной логикой правило артикуляции было переформулировано следующим образом: чем выше степень артикуляции в пределах рамки, тем существеннее влияние ее «якоря» на светлоту тестового участка. Используя модифицированное правило артикуляции, А. Гилкрит объяснил изменение выраженности иллюзии одновременного светлотного контраста (ОСК) при артикуляции фона. Классический эффект ОСК состоит в том, что изменение светлоты фона влияет на восприятие одинаково серых центральных тестовых фигур (например, квадратов) – при светлом фоне фигура воспринимается темно-серой, а при более темном фоне происходит контрастное посветление фигуры (или объекта), которая воспринимается уже как светло-серая (рис. 1, а). Если фон артикулирован, т. е. представлен в виде множества разноокрашенных участков (рис. 1, б), то иллюзорный эффект становится более выраженным, чем при классическом варианте эффекта ОСК (см. рис. 1, а).



а



б

Рис. 1. Иллюзия ОСК с неартикулированным (*а*) и артикулированным (*б*) фоном

Как можно объяснить этот феномен, ведь согласно определению Д. Каца, усиление степени артикуляции должно привести к более адекватной оценке светлоты, что, в свою очередь, должно привести к уменьшению выраженности иллюзии ОСК? Для того чтобы понять и объяснить данное противоречие, остановимся более подробно на основных по-



ложениях теории «якорения» (anchoring theory), предложенной А. Гилкристом (Gilchrist et al., 1999). Данная теория базируется на гипотезе, что оценка светлоты поверхности осуществляется на основании, во-первых, оценки отношений яркостей тестовой поверхности и всех других поверхностей сцены, а во-вторых, использования так называемого «якоря» – участка сцены, светлота которого принимается за эталон белого. В предложенной ранее процедуре оценки на первом этапе рассчитывается шкала относительных яркостей всех поверхностей, а на втором этапе эта шкала пересчитывается в шкалу их абсолютной светлоты. В теории «якорения» вводится еще одно правило – правило «нормализации», основанное на знании о физических свойствах коэффициентов отражения черной и белой поверхностей. Оно устанавливает, что отношение минимального к максимальному значению светлот нормируется как 1:30 независимо от реального соотношения яркостей в сцене. Все вышеописанные правила успешно объясняют оценку светлоты в простых двумерных (2D) сценах.

Для более сложных сцен, в которых можно выделить несколько локальных групп, применение лишь этих правил является недостаточным условием точности оценки. Для учета особенностей сложных сцен постулируется существование «рамки» (frameworks) – участков общей сцены, которые равномерно освещены и расположены под одинаковым углом к источнику освещения. Такие участки называются копланарными. Согласно модифицированному правилу оценки светлоты, в сложной сцене выделяются рамки, внутри которых определяется свой «якорь» для оценки светлоты. Как правило, тестовый участок сложной сцены включен, как минимум, в две рамки. Одна, называемая локальной, включает тестовый участок с его непосредственным окружением, другая, называемая глобальной, включает всю сцену в целом. Светлота тестового участка рассчитывается как в локальной, так и в глобальной рамках. Эти оценки могут не совпадать, но каждая из них оказывает свое (более сильное или слабое) влияние на итоговую оценку светлоты. Предполагается, что итоговая оценка является суммой оценок, произведенных в локальной и глобальной рамках. Вклад каждой рамки в итоговую оценку определяется при помощи весовых коэффициентов. Если, например, локальная рамка имеет больший вес, то ее весовой коэффициент имеет большее значение, и итоговая светлота участка будет ближе к светлоте, определенной внутри локальной рамки.

Как же формируются локальные рамки, и что влияет на их весовые коэффициенты? Предполагается, что границами рамок могут являться границы однородного освещения, отделение которых от границ окраски производится на основании плавности переходов яркости (Land, McCann, 1971), а также границы трехмерного рельефа, которые определяются на основании типов сочленения перепадов яркости (Todorovic, 1997). Таким образом, в локальную рамку входят копланарные равноосвещенные поверхности. Весовой коэффициент рамки зависит от степени ее артикуляции, а также от ее размеров: чем более артикулирована рамка и чем больше ее размер, тем более значимым является ее весовой коэффициент.

Применение этих теоретических положений позволило объяснить феномен усиления иллюзии ОСК при увеличении степени артикулированности фона (Economidou et al., 2007; Gilchrist et al., 1999). В стимульной сцене классической иллюзии ОСК (см. рис. 1, а) можно выделить две локальные рамки, которые окружают два тестовых центральных квадрата, а также глобальную рамку, совпадающую с границей всего рисунка. С точки зрения теории «якорения», формирование иллюзии происходит в пределах локальной рамки, окружающей тестовый квадрат на темно-сером фоне. Поскольку этот квадрат, как более яркий, принимается за «якорь», внутри локальной рамки ему «приписывается» белый цвет, что и при-



водит к неадекватной оценке его светлоты. В глобальной рамке паттерна иллюзии присутствует более яркий участок – светло-серый фон, которому также «приписывается» белый цвет. Итоговая светлота рассчитывается как сумма светлот, определенных в локальной и глобальной рамках, что приводит к смещению оценки цвета квадрата на темном фоне в сторону более светлого серого. Артикуляция фоновых квадратов (см. рис. 1, б) усиливает локальные рамки, а следовательно, повышает их весовые коэффициенты. Это, в свою очередь, приводит к усилению иллюзорного эффекта. Таким образом, модифицированное правило артикуляции, предложенное А. Гилкристом (чем больше степень артикуляции в пределах референтной рамки, тем существеннее влияние ее «якоря» на светлоту тестового участка), эффективно работает в сложных артикулированных сценах.

В реальных условиях в трехмерной (3D) сцене присутствует довольно много не только разноокрашенных, но и по-разному расположенных в пространстве, а также по-разному освещенных поверхностей. Для объяснения восприятия светлоты поверхности в 3D сценах был предложена гипотеза, согласно которой важную роль в процессе оценки светлоты играет воспринимаемое освещение (Helmholtz, 1866/1962). В современных теориях восприятия светлоты эта гипотеза была переформулирована как «альbedo-гипотеза» (Bergstrom, 1977; Logvinenko, Menshikova, 1994; Menshikova, Lunyakova, 1994). Согласно этой гипотезе, для объяснения восприятия светлоты в трехмерных сценах необходимо учитывать такие параметры сцены, как наклон поверхности по отношению к источнику освещения, а также интенсивность воспринимаемого освещения. Наши исследования восприятия светлоты в 3D сценах (Menshikova et al., 2010; Menshikova, Nechaeva, 2011) показали, что некоторые трехмерные преобразования иллюзии ОСК изменяют степень ее выраженности в соответствии с положениями альbedo-гипотезы, а не так, как это могло бы быть предсказано с позиций теории «якорения». Так, согласно теории «якорения», изменение угла наклона тестовых квадратов относительно фона должно было бы привести к ослаблению или полному разрушению локальных рамок, что выразилось бы в снижении или исчезновении иллюзорного эффекта. Ослабление иллюзии наблюдалось бы вне зависимости от того, под каким углом к фону располагались бы тестовые квадраты. Однако наши данные показали, что иллюзия усиливается в том случае, когда тест на светлом фоне ориентирован в сторону предполагаемого источника освещения, а тест на темном фоне ориентирован против него. При обратной ориентации тестовых квадратов наблюдается уменьшение степени выраженности иллюзии. Ни в одном случае иллюзия полностью не исчезает, что позволяет говорить, что не только локальные рамки определяют иллюзорный эффект. Таким образом, наши результаты показали, что для оценки светлоты зрительная система использует гипотезы о направлении и интенсивности падающего освещения.

Возникает вопрос, как можно описать процесс артикуляции для 3D сцен? Проблема заключается в том, что в реальных условиях тестовые участки окружают, как правило, не плоские, а трехмерные (3D) объекты. У 3D объектов с однородной окраской имеются разнородные участки, отличающиеся друг от друга положением или ориентацией в пространстве по отношению к источнику освещения. Поэтому проекция 3D объекта на сетчатку представлена не одним (как для 2D объекта), а несколькими разнояркими участками. В качестве примера на рис. 2, а показаны плоский треугольник, а на рис. 2, б – трехмерный треугольник Пенроуза. На поверхности сетчатки эти изображения имеют разные пространственные паттерны распределения яркости: плоский треугольник представлен однородным по яркости участком, тогда как треугольник Пенроуза – тремя различными по яр-



кости участками. Однако оба объекта воспринимаются нами одинаково окрашенными, поскольку менее яркие участки треугольника Пенроуза (см. рис. 2, б) воспринимаются не как темно-серые, а как более затененные.



Рис. 2. Однородный треугольник (а) и треугольник Пенроуза (б)

Таким образом, для 2D сцен число разноокрашенных участков совпадает с числом разноярких участков сетчаточного образа, тогда как для 3D сцен число разноокрашенных объектов всегда меньше числа участков разной яркости.

В связи с этим возникает вопрос о возможности применения правила артикуляции для оценки трехмерных сцен. В этом случае следуя изложенной выше логике, можно предложить две формулировки этого правила: 1) артикуляция определяется количеством участков разной яркости в сцене; в дальнейшем изложении будем называть его «яркостной» артикуляцией; 2) артикуляция определяется числом различно окрашенных 3D объектов, каждый из которых представлен несколькими разнояркими участками на уровне сетчаточного образа, но воспринимается как один целостный объект однородной окраски. Назовем это правило «объектной» артикуляцией.

Для прояснения этого вопроса необходимо, с нашей точки зрения, провести сравнительный анализ показателей степени выраженности иллюзии ОСК в сцене, где фон составлен из фиксированного числа 2D разноокрашенных участков с аналогичными показателями в сцене, для которой 2D участки заменяются на 3D объекты той же окраски (например, кубы или шары). Поскольку участок представляет собой часть 3D поверхности, имеющую однородную яркость, его размеры могут совпадать с размером объекта (для случая 2D клеток), а могут быть меньшего размера (например, затененная сторона и освещенная стороны шара или три по-разному затененных грани куба). Мы предположили, что если артикуляция определяется числом разноярких участков фона, то *изменение* числа участков должно привести к *изменению* выраженности иллюзии, а именно: иллюзия должна усилиться в соответствии с модифицированным правилом артикуляции, предложенным А. Гилкристом. Напротив, если артикуляция в 3D сценах определяется числом разноокрашенных объектов трехмерного фона, тогда выраженность иллюзии не изменится. Для того чтобы понять, что определяет выраженность 3D иллюзии (количество однородно окрашенных объектов или количество разных по яркости участков), один из параметров (число объектов) был фиксирован, а другой (число участков разной яркости) варьировался.

Задача – исследование выраженности иллюзии ОСК для 2D и 3D артикулированного фона с применением технологии виртуальной реальности CAVE.



Гипотеза настоящего исследования – выраженность иллюзии ОСК не изменится для трехмерных сцен с артикулированным фоном, где число разноразмерных участков различно, а число однородно окрашенных объектов остается неизменным.

Методика исследования

Испытуемые. Двадцать пять испытуемых (13 женщин и 12 мужчин в возрастном диапазоне от 17 до 36 лет) с нормальным или скорректированным до нормального зрением приняли участие в данном исследовании. В эксперименте приняли участие «наивные» испытуемые, то есть не имеющие представления ни о цели исследования, ни об особенностях восприятия светлоты поверхности в исследуемой иллюзии.

Стимуляция. 2D артикулированный вариант иллюзии ОСК использовался как базовый паттерн для создания различных 3D конфигураций фоновой поверхности. Во всех 3D конфигурациях присутствовали тестовые серые квадраты, выдвинутые вперед (ближе к наблюдателю) относительно фоновых поверхностей. Были созданы три варианта артикуляции фона. Первый вариант представлял собой плоские 2D квадраты, второй – 3D кубы и третий – 3D шары, имеющие ту же окраску, тот же размер и расположенные точно в тех местах, где были расположены плоские 2D квадраты (рис. 3). Ориентация кубов была случайной.

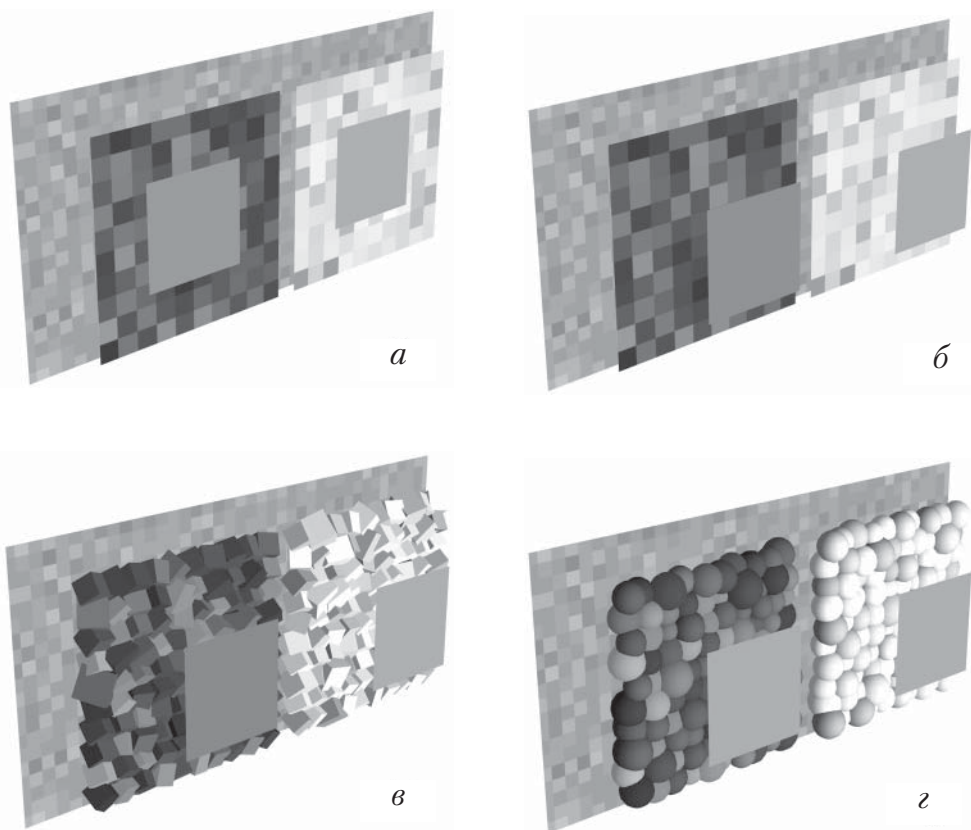


Рис. 3. Различные конфигурации иллюзии ОСК: а – 2D классический артикулированный вариант; б – 3D вариант с 2D артикулированным фоном; в – 3D вариант с 3D артикулированным фоном, состоящим из кубов; г – 3D вариант с 3D артикулированным фоном, состоящим из шаров



Во всех 3D конфигурациях количество объектов фона и их воспринимаемая окраска оставались неизменными, то есть «объектная артикуляция» была одинаковой. Для этого трансформации фона проводились следующим образом: на месте каждого плоского квадрата (первый вариант фона) помещался шар или куб. Замещающий шар или куб имел ту же окраску и занимал тот же зрительный угол, что и 2D квадрат. Что же касается «яркостной артикуляции», то она различалась во всех трех вариантах стимуляции. Грани каждого куба и разные части поверхности шаров были по-разному ориентированы относительно источника света и, соответственно, по-разному освещены, а значит, имели разную яркость на уровне сетчаточного образа.

Различные конфигурации фона создавались так, чтобы средняя яркость темного и светлого фоновых квадратов была одинаковой для всех вариантов стимулов. Обеспечение постоянства уровня яркости, а также контроль этого параметра в реальной сцене осуществлялся при помощи люксметра LX-110B.

Для оценки выраженности иллюзии использовался метод постоянных стимулов. Стандартным стимулом был тестовый квадрат на светлом фоне. Его яркость составляла величину 30% белого оттенка в единицах Grayscale и не изменялась в течение эксперимента. Тестовый квадрат на темном фоне был переменным стимулом. Его яркость уменьшалась от 30% до 17,5% белого в единицах Grayscale с постоянным шагом в 2,5%. Таким образом, было создано 28 стимулов: по 7 переменных стимулов для каждой из четырех 2D-3D конфигураций.

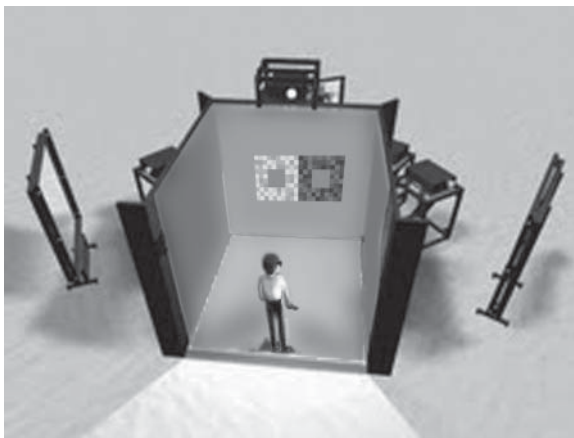


Рис. 4. Установка виртуальной системы CAVE

Аппаратура². Стимулы предъявлялись в системе виртуальной реальности CAVE (рис. 4), которая представляет собой 4 больших плоских экрана Varco ISpace 4, каждый размером 2,5х2,5 м², объединенных в кубическую комнату с тремя стенами и полом. С помощью 4 проекторов VarcoReality 909 на центральный экран проецировались изображения, имеющие разрешение 1400х1050 и частоту обновления 100 Hz. Для формирования стереоизображений использовались затворные очки CrystalEyes 3 Stereographics. В качестве программного обеспечения для создания и предъявления виртуальных сцен использовался пакет VirTools 4.1. Для регистрации ответов испытуемых использовался флайстик Flystick 2.

² Эксперимент был проведен с использованием научного оборудования, поставленного в рамках реализации Программы развития МГУ.



Для обеспечения относительного постоянства угловых размеров стимульных конфигураций позиция испытуемого в комнате ВР оставалась неизменной в ходе эксперимента. Испытуемый стоял на расстоянии 2,5 м от центрального экрана. Перед испытуемым на расстоянии 2,35 м и 2,2 м соответственно располагались виртуальные проекции фоновых и тестовых квадратов иллюзии ОСК. Угловые размеры фоновых и тестовых квадратов составляли величины $15^\circ \times 15^\circ$ и $5^\circ \times 5^\circ$ соответственно. Угловые размеры тестовых квадратов во всех 3D конфигурациях (рис. 3, а, б, в) были одинаковыми и равными угловым размерам классического 2D варианта иллюзии (рис. 3, а), что обеспечивало равенство проекционных сетчаточных размеров для всех предъявляемых стимулов. Отношение величин минимальной и максимальной яркости в сцене составляло 1:230. При этом значение максимальной яркости было равно $5,5 \text{ кд/м}^2$, а минимальной – $0,02 \text{ кд/м}^2$. Остальные экраны системы CAVE оставались темными на протяжении всего эксперимента. В комнате виртуальной реальности, а также в окружающей ее лабораторной комнате не было никаких других источников света, кроме проекторов системы ВР.

Процедура. Испытуемые выполняли экспериментальное задание в соответствии со следующей инструкцией: «В каждой пробе Вам будут предъявляться два серых тестовых квадрата на различных фонах. Пожалуйста, выберите тот из квадратов, который кажется Вам более светлым серым, нажимая на соответствующую кнопку джойстика. Постарайтесь не менять позицию в течение эксперимента».

Эксперимент состоял из 4 серий, в каждой из которых предъявлялся свой тип конфигурации. В первой серии предъявлялся 2D вариант иллюзии, во второй, третьей и четвертой – варианты с различными 3D фоновыми поверхностями. Каждая серия состояла из 70 проб – по 10 проб на каждое из 7 значений переменного стимула. Последовательность стимулов в пределах серии была квазислучайной. Каждая серия длилась 6–8 мин. В каждой пробе светлый фон появлялся то справа, то слева в случайном порядке, но число появлений светлого фона справа и слева было одинаковым в рамках одной серии. Статистическая обработка данных производилась в программе SPSS Statistics (версия 14.0) и включала тест на соответствие полученных данных нормальному распределению Колмогорова-Смирнова, а также *t*-тест Стьюдента для парных выборок.

Результаты

Для оценки выраженности иллюзорного эффекта были построены психометрические функции для каждой конфигурации и для каждого участника исследования. Выраженность иллюзии рассчитывалась по формуле

$$IS = \{(L_{St} - L_T) / L_{St}\} \times 100 \%,$$

где IS – выраженность иллюзии; L_{St} – яркость стандартного стимула; L_T – яркость переменного стимула в точке субъективного равенства.

Результаты, усредненные по 25 участникам, представлены на рис. 5. На оси абсцисс обозначены варианты 2D и 3D конфигураций, по оси ординат отложены значения выраженности иллюзии в процентах. Вертикальными отрезками отмечены стандартные отклонения полученных величин. Проверка данных на нормальность по критерию Колмогорова-Смирнова показала, что выраженность иллюзии ОСК для каждой экспериментальной конфигурации соответствует нормальному распределению.

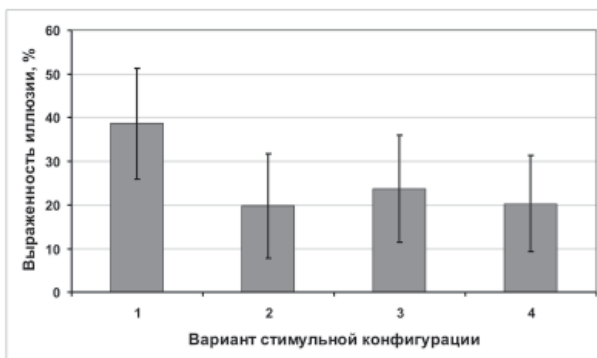


Рис. 5. Выраженность иллюзии ОСК для четырех типов конфигураций:

1 – 2D классического артикулированного варианта; 2 – 3D варианта с 2D артикулированным фоном; 3 – 3D варианта с 3D артикулированным фоном, состоящим из кубов; 4 – 3D варианта с 3D артикулированным фоном, состоящим из шаров. По оси абсцисс – вариант стимульной конфигурации; по оси ординат – выраженность иллюзии в процентах

Значимые различия в выраженности иллюзии были обнаружены между типом 1 (2D классический артикулированный вариант) и остальными 3D конфигурациями: типом 2 ($t(24) = 9,9, p < 0,001$), типом 3 ($t(24) = 5,4, p < 0,001$) и типом 4 ($t(24) = 8,01, p < 0,001$). В целом значения показателей выраженности иллюзии ОСК в плоском классическом варианте почти в два раза превышали значения показателей выраженности иллюзии при любом из 3D вариантов.

Значимых различий в выраженности иллюзии между вариантами с различными типами артикулированных фонов обнаружено не было: значения не различались для типов 2 и 3 ($t(24) = 1,88, p > 0,05$), типов 2 и 4 ($t(24) = 0,29, p > 0,05$), а также типов 3 и 4 ($t(24) = 2,22, p > 0,01$).

Обсуждение результатов

Обнаруженное снижение выраженности иллюзии при локализации тестовых и фоновых квадратов в различных параллельных плоскостях хорошо согласуется с теорией «якорения». Согласно ей, вынесение тестовых квадратов перед фоном таким образом, чтобы они оставались копланарными, т. е. воспринимались одинаково освещенными, приводит к ослаблению локальных рамок. Поскольку именно локальные рамки, согласно этой теории, являются наиболее значимыми для формирования иллюзии ОСК, то их ослабление приводит к снижению ее выраженности. Подобные результаты были получены и в других исследованиях по тестированию влияния глубины на выраженность иллюзий светлоты (Cohen, 1969; Wolff, 1933). Следует отметить, что такие значимые изменения выраженности иллюзии не могут быть объяснены в рамках альбедо-гипотезы. Согласно этой гипотезе, оценка светлоты при описанных изменениях сцены не должна измениться, поскольку ориентация тестовых и фоновых квадратов по отношению к гипотетическому источнику освещения сцены, а также интенсивность воспринимаемого освещения остаются неизменными.

Результаты, свидетельствующие о неизменности выраженности иллюзии при трансформациях фона из 2D варианта в различные 3D варианты, хорошо согласуются с выдвинутой нами гипотезой о возникновении эффекта артикуляции в случае оценки сложных трехмерных изображений. Согласно ей, артикуляция определяется не числом разноярких участков фона, а числом разноокрашенных 3D объектов. Каждый из этих объектов может быть представлен несколькими разнояркими участками на уровне сетчаточного образа, однако увеличение чис-



ла участков разной яркости не меняет степени артикуляции. Поскольку в нашем эксперименте число окрашенных объектов оставалось постоянным при трансформации «2D квадраты → 3D шары → 3D кубы», степень артикуляции для различных конфигураций не изменялась, что и явилось причиной отсутствия изменений в степени выраженности иллюзии ОСК.

Большие значения среднеквадратичных отклонений для значений выраженности иллюзии (>30 %) указывают на высокий уровень межиндивидуальных различий в ее восприятии. Подобные значения разбросов оценки иллюзии ОСК наблюдались и в других исследованиях (Logvinenko, Tokunaga, 2011; Matthews, Welch, 1997).

Выводы

Иллюзия одновременного светлотного контраста значительно ослабевает в случае, когда пространственное положение тестовых квадратов изменяется таким образом, чтобы тестовая и фоновая поверхности разделялись, оставаясь копланарными друг другу. Это хорошо согласуется с теорией «якорения» А. Гилкрита, согласно которой расположение тестовых и фоновых квадратов в разных плоскостях должно ослабить связи в локальных рамках и, таким образом, снизить выраженность иллюзии.

Существенных различий в выраженности иллюзии между тремя вариантами артикулированного фона – плоского, состоящего из 2D квадратов, состоящего из 3D шаров и 3D кубов, не обнаружено. Этот результат свидетельствует о том, что представление об артикуляции фона как о числе участков с разной яркостью не подходит для объяснения эффектов, возникающих в трехмерных сценах. Для последних необходимо переформулировать определение степени артикуляции как количества трехмерных объектов различной окраски. Предложенная нами новая формулировка «объектной» артикуляции позволяет наилучшим образом описать и интерпретировать полученные результаты: действительно, для трехмерных сцен с артикулированным фоном, где число разноярких участков различно, а число разноокрашенных объектов неизменно, выраженность иллюзии не должна значимо изменяться.

Технологии виртуальной реальности (системы CAVE, HMD-шлемы, 3D-мониторы) могут эффективно использоваться для изучения процессов восприятия глубины, а также процессов восприятия трехмерных зрительных иллюзий.

Литература

- Bergstrom S.S.* Common and relative components of reflected light as information about the illumination, colour, and three-dimensional form of objects // *Scandinavian Journal of Psychology*. 1977. V. 18. P. 180–186.
- Burzlaff W.* Methodologische Beiträge zum Problem der Farbenkonstanz. Methodological notes on the problem of color constancy // *Zeitschrift für Psychologie*. 1931. V. 119. S. 117–235.
- Coren S.* Brightness contrast as a function of figure-ground relations // *Journal of Experimental Psychology*. 1969. V. 80. P. 517–524.
- Economou E., Zdravkovich S., Gilchrist A.* Anchoring versus spatial filtering accounts of simultaneous lightness contrast // *Journal of Vision*. 2007. V. 7. № 12. P. 2–15.
- Gelb A.* Die «Farbenkonstanz» der Sehdinge // *A Source Book of Gestalt Psychology* / Ed. W.D. Ellis. NY: Harcourt Brace; London: K. Paul, Trench, Trubner, 1938. P. 196–209.
- Gilchrist A., Kossyfidis C., Bonato F., Agostini T., Cataliotti J., Li X., Spehar B., Annan V.* An anchoring theory of lightness perception // *Psychological Review*. 1999. V. 106. № 4. P. 795–834.
- Gilchrist A., Annan V.* Articulation effects in lightness: Historical background and theoretical implications // *Perception*. 2002. V. 31. P. 141–150.
- Helmholtz H. Von.* Concerning the perceptions in general // *Treatise on physiological optics*. 1866. V. III. 3rd ed. (Translated by J. P. C. Southall, 1925, Opt. Soc. Am. Section 26, reprinted NY: Dover, 1962).



- Henneman R.H.* A photometric study of the perception of object color // *Archives of Psychology*. 1935. V. 179. P. 5–89.
- Kardos L.* Ding und Schatten. Leipzig: Barth, 1934.
- Katz D.* The world of color. London: Kegan Paul, 1935.
- Koffka K.* Principles of Gestalt psychology. NY, 1935.
- Köhler W.* Gestalt psychology: an introduction to new concepts in modern psychology. NY: Liveright Pub. Corp., 1947.
- Land E.H., McCann J.J.* Lightness and retinex theory // *Journal of the Optical Society of America*. 1971. V. 61. P. 1–11.
- Logvinenko A., Mentshikova G.* Trade-off between achromatic color and perceived illumination as revealed by the use of pseudoscopic inversion of apparent depth // *Perception*. 1994. V. 23. P. 1007–1023.
- Logvinenko A.D., Tokunaga R.* Lightness constancy and illumination discounting // *Attention, Perception & Psychophysics*. 2011. V. 73. № 6. P. 1886–1902.
- Matthews N., Welch L.* The effect of inducer polarity and contrast on the perception of illusory figures // *Perception*. 1997. V. 26. № 11. P. 1431–1443.
- Mentshikova G., Lunyakova E.* Relationship between achromatic color of a surface and its perceived illumination in the “wallpaper” illusion // *Proc. of 17-th European Conference on Visual Perception (Eindhoven, Sep. 4–8)*. 1994. P. 17.
- Mentshikova G.Y., Lunyakova E.G., Polyakova N.V.* The strength of geometrical and lightness illusions in 2D–3D configurations // *Proc. of 33-th European Conference on Visual Perception (Lausanne, Switzerland, Aug. 22–26)*. *Perception. ECVF Abstract supplement*. 2010. V. 39. P. 178.
- Mentshikova G., Nechaeva A.* Does the strength of simultaneous lightness contrast depend on the disparity cue? // *Proc. of 34-th European Conference on Visual Perception (Toulouse, France, Aug. 28–Sep. 1)*, *Perception. ECVF Abstract supplement*. 2011. V. 40. P. 104.
- Todorovic D.* Lightness and junctions // *Perception*. 1997. V. 26. P. 379–394.
- Wolff W.* Ueber die kontrasterregende Wirkung der transformierten Farben // *Psychologische Forschung*. 1933. V. 18. S. 90–97.

THE EFFECT OF ARTICULATION IN THREE-DIMENSIONAL VISUAL ILLUSIONS

MENSHIKOVA G. Ya., *Lomonosov Moscow State University, Moscow*

BAYAKOVSKY Yu. M., *Lomonosov Moscow State University, Moscow*

LUNYAKOVA E. G., *Lomonosov Moscow State University, Moscow*

PESTUN M. V., *LLC «Mail.ru Games», Moscow*

ZAKHARKIN D. V., *LLC «AVI Lab», Moscow*

The effect of articulation is known as the influence of the background complexity on lightness estimations of the test surface. Earlier this effect was investigated for two-dimensional scenes. In this issue the strength of articulation effect was studied for three-dimensional scenes and the question was aroused: whether the number of patches with different brightness or the number of objects with different lightness determined its strength. We investigated the role of 3D articulated backgrounds in the perception of the modified simultaneous lightness contrast illusion using CAVE system. The results showed that lightness estimation did not depend on the number of patches with different brightness if the number of objects with different lightness remained constant.

Keywords: articulation effect, lightness, brightness, three-dimensional visual illusions, simultaneous lightness contrast illusion, VR-technology.



РАСПОЗНАВАНИЕ ЭКСПРЕССИЙ ЛИЦА В БЛИЖНЕЙ ПЕРИФЕРИИ ЗРИТЕЛЬНОГО ПОЛЯ¹

БАРАБАНЩИКОВ В.А., *Институт психологии РАН, Центр экспериментальной психологии МГППУ, Москва*

ЖЕГАЛЛО А.В., *Институт психологии РАН, Центр экспериментальной психологии МГППУ, Москва*

Изучалась организация коммуникативного зрительного пространства в микроинтервалах времени. Наблюдателю на 200 мс демонстрировались фотоизображения базовых экспрессий мужского лица, предъявляемые эксцентрично (0° – 10°) в левой, правой, верхней и нижней частях поля зрения. Оценивалась эффективность опознания модальности экспрессий при разных условиях экспозиции; регистрировалась окуломоторная активность наблюдателей. Показано, что зона эффективного восприятия экспрессий лица выходит за пределы центральной области зрительного поля, охватывая значительную часть ближней периферии. Её внутренняя структура неоднородна, а величина зависит не только от эгоцентрической локализации экспрессий, но и от их модальности. Микродинамика коммуникативного зрительного пространства обусловлена видом окуломоторной активности наблюдателей. Показатели зоны эффективного восприятия экспрессий лица отражаются в характеристиках целенаправленных саккад.

Ключевые слова: коммуникативное зрительное пространство, распознавание экспрессий лица, окуломоторная активность, латентный период саккад, центр и периферия поля зрения, локализация зрительных фиксаций, зона эффективного восприятия экспрессий лица.

В экспериментальных исследованиях восприятия эмоционального состояния человека сторонним наблюдателем лицо принято располагать в центре экрана, на который смотрит испытуемый. Считается, что в этих условиях экспрессии распознаются наиболее точно и быстро. Подобные заключения строятся на личном опыте исследователя, подкрепленном представлениями о неоднородности зрительного поля, в частности, фактах резкого падения остроты зрения наблюдателя за пределами центральной ямки сетчатки (Kandell, Schwartz, Jessell, 2000) и искажениях восприятия пространственных отношений эксцентрично локализованных элементов среды (Миракян, 1992; Palmer, 2002). Более глубокий анализ показывает, однако, что по отношению к сложно организованным объектам, к которым относится и лицо, названные аргументы «срабатывают» не всегда (Барабанщиков, 2002).

При экспозиции наблюдателю сложных элементов среды зрительное поле условно может быть разделено на пять зон: **центральную** ($\pm 2.5^{\circ}$ градуса от центральной оптической оси глаз) – её отличает максимально высокий уровень обнаружения, опознания, идентификации и классификации комплексных объектов; **ближнюю периферию** ($\pm 2.5^{\circ}$ – 15°) – сравнительно высокое обнаружение, опознание, идентификация и классификация тест-объектов, а также возможность антиципации их изменений; **среднюю периферию** ($\pm 15^{\circ}$ – 25°), характеризующуюся ограниченной способностью опознания и идентификации кратковременных событий и трудностями категоризации; **дальнюю периферию** ($\pm 25^{\circ}$ – 35°) – хорошее обнаружение, но плохая идентификация, опознание и классификация тест-объектов; **экстремальную периферию** (свыше $\pm 35^{\circ}$), связанную со способностью только к обнаружению. Указанные зоны не имеют строгих границ и в совокупности характеризуют функ-

¹ Работа выполнена при поддержке РОСНАУКИ ГК № 16.740.11.0549 «Закономерности организации зрительного внимания в процессах межличностного восприятия».



циональную структуру зрительного поля наблюдателя (Edwards, Goolkasian, 1974). В соответствии с этой моделью продуктивность верного опознания цифр, тахистоскопически экспонируемых в центральной зоне и в зоне ближней периферии, практически совпадает (различия не превышают 3.5–4.5%), но значительно выше, чем в зоне средней периферии (до 37.3 % ошибок) (Барабанщиков, 2002).

Являясь уникальным стимулом социального поведения, лицо обладает мощным коммуникативным ресурсом. Благодаря этому обстоятельству экспрессии лица, экспонируемые на фоне гауссова шума, распознаются быстрее и адекватнее, чем простые и сложные геометрические фигуры, слова, обозначающие эмоции, и даже маски (Хрисанфова, 2004). Восприятие же пространственных отношений лица может сохраняться инвариантным, несмотря на радикальные оптические искажения, происходящие на сетчатках (Компанейский, 1940). Все это позволяет предположить, что в процессе общения зрительное поле коммуникантов имеет собственную структуру и динамику, а эмоциональные выражения лица эффективно распознаются и категоризируются в широкой области зрительного пространства, в том числе и в случаях, когда целенаправленный поворот глаз не выполняется. Проверке этой гипотезы посвящена данная работа. Ее главная цель: изучение организации коммуникативного зрительного пространства в микроинтервалах времени – «в данный момент», в пределах двух фиксаций. Идея эксперимента состояла в том, чтобы дать возможность наблюдателю экспрессии лица в центре и ближней периферии установить зону эффективного восприятия эмоций – область зрительного коммуникативного пространства, в которой точность распознавания модальности эмоций на периферии и в центре зрительного поля статистически не различается. Согласно требованиям экологического подхода (Гибсон, 1988; Барабанщиков, 2002) мы постарались не ограничиваться оценками экспрессий при устойчивой фиксации центра и учесть возможность перевода взора наблюдателя на тестовый объект. Это вызвало необходимость более внимательного анализа целенаправленных поворотов глаз.

Методика

В качестве стимульного материала использовались фотоизображения базовых экспрессий мужского лица (натурщик JJ) из набора POFA (Экман, 2010) – радости, гнева, страха, удивления, горя, отвращения, а также выражения спокойного лица. Угловые размеры изображений составляли 4.6°x6.6°. Фотографии предъявлялись на 19" ЭЛТ-мониторе ViewSonic 90Gf, расположенном на расстоянии 58 см от глаз испытуемого прямо перед ним. Размеры экрана: 37x27 см, разрешение – 1280x1024 пикселей.

Эксперимент состоял из пяти серий. Первая – тренировочная, включала семь фотоизображений, предъявляемых по четыре раза каждое в центре экрана (всего 28 предъявлений). Во второй серии изображения предъявлялись эксцентрически, со смещением 2.5° влево, вправо, вверх и вниз (изображение каждой экспрессии экспонировалось четыре раза с разными направлениями смещения, всего 28 предъявлений). Третья, четвертая и пятая серии были построены аналогично второй, но величина эксцентриситета составляла 5°, 7.5°, 10° соответственно. Продолжительность экспозиции лица – 200 мс. Перед экспозицией тестового изображения испытуемый в течение 1 с фиксировал черный кружок (диаметр – 0.8°) в центре экрана. Одновременно с исчезновением лица на 1 с демонстрировалась шумовая маска, а затем – экран выбора, на котором по кругу располагались все фотоизображения, используемые в эксперименте. От испытуемого требовалось «щелкнуть мышкой»



по фотоизображению, которое только что было показано (рис. 1). Регистрация движений глаз выполнялась с помощью айтрекера SMI HiSpeed монокулярно, частота 500 Гц. В эксперименте участвовали 36 человек с нормальным или скорректированным до нормального зрением – студенты московских вузов и сотрудники Центра экспериментальной психологии МГППУ.

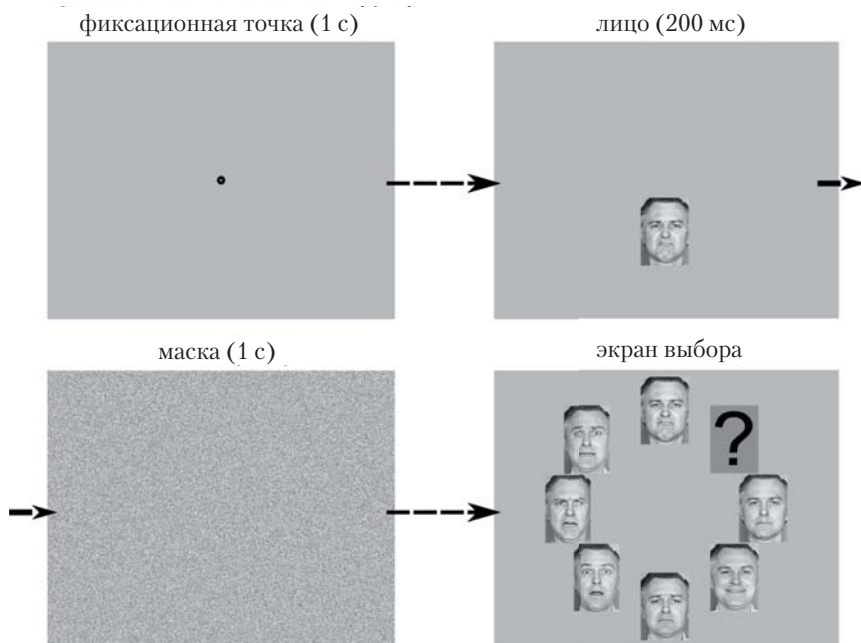


Рис. 1. Последовательность экспозиций

Требование фиксации кружка в центре экрана обеспечивало стабильность начального положения взгляда наблюдателя в момент экспозиции изображения лица. Предварительный анализ показал, что во время экспозиции лица возможны две формы окулomotorной активности: 1) направление взгляда остается неизменным, т. е. наблюдатель смотрит в центр экрана на протяжении всей экспозиции; 2) первоначально наблюдатель смотрит в центр экрана, а затем его взгляд перемещается в направлении эксцентрично расположенного фотоизображения.

Для выделения фиксаций и саккад первичные данные о направлении взгляда обрабатывались алгоритмом детекции фиксаций I-DT (Dispersion Threshold Identification). Параметры детекции: пороговая дисперсия – 20 пикселей, минимальная продолжительность фиксации – 30 мс. Согласно данному алгоритму, фиксациями считаются участки первичных данных продолжительностью не меньше заданной, для которых отклонение направления взгляда от среднего значения не превышает пороговой дисперсии. Исходная реализация алгоритма I-DT была выполнена в виде программы для Matlab (Komogortsev et al., 2010). Поскольку для анализа данных использовалась среда статистической обработки R (R development core team, 2012), исходный код алгоритма I-DT был переписан А. В. Жегалло на языке С и оформлен в виде пакета-расширения для R. Для данного алгоритма детекции характерно некоторое увеличение продолжительности фиксаций за счет времени следующих за ними саккад (начальные участки саккад относятся к фиксациям). Эта особен-



ность алгоритма проявляется тем сильнее, чем выше значение пороговой дисперсии, при котором выполняется детекция. Отметим, что пороговая дисперсия в 20 пикселей (0.5°) является компромиссным значением, при котором, с одной стороны, завышение продолжительности фиксации составляет не более 1–2 сэмплов (2–4 мс), с другой – последовательные короткие фиксации с незначительно отличающимися позициями выделяются относительно редко.

В ходе предварительной обработки данных из исходной выборки в 5040 экспериментальных проб были исключены случаи с нестабильной записью и большим количеством артефактных участков, связанных с морганием наблюдателя или смещением положения головы (8 ситуаций). Были исключены также ситуации, в которых первоначальное направление взора наблюдателя более чем на 2° отклонялось от центра экрана или стабильная запись движений глаз начиналась более чем через 20 мс после начала экспозиции фотоизображения лица (275 ситуаций).

Отобранные пробы классифицировались по трем видам окуломоторной активности: «фиксация», «фиксация–саккада» и «фиксация–саккада–фиксация». Всего для дальнейшего анализа было выбрано: 1687 ситуаций типа «фиксация–саккада», 1637 ситуаций типа «фиксация–саккада–фиксация», 1256 ситуаций типа «фиксация». Из анализа было исключено 177 проб, которые не удалось отнести ни к одной из указанных групп. Всего для дальнейшего анализа окуломоторной активности использовалось 4580 проб (92 % выборки).

Дальнейшая обработка результатов включала:

анализ различий в распределениях ответов (точности распознавания экспрессий) для всех условий экспозиции;

анализ различий в наличии/отсутствии саккад для всех условий экспозиции (критерий χ^2);

анализ различий в распределениях латентности саккад для разных условий экспозиции (критерий Манна–Уитни, оценка межвыборочного сдвига по Ходжесу–Леману).

Результаты эксперимента

Точность распознавания экспрессий различно локализованного лица

Средние значения точности ответов по сериям представлены на рис. 2. Значимые различия между первыми тремя сериями (эксцентриситет лица в зрительном поле 0° – 5° ; критерий χ^2) отсутствуют.

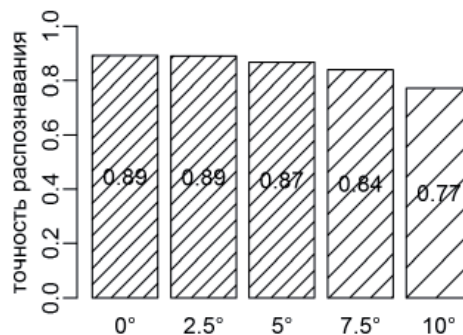


Рис. 2. Точность распознавания экспрессий в зависимости от эксцентриситета лица в зрительном поле



Точность распознавания экспрессий в четвертой серии (эксцентриситет 7.5°) значимо ниже, чем в первой и второй ($p \leq 0.001$). Значимые различия в ответах между третьей и четвертой сериями отсутствуют. Точность распознавания экспрессий в пятой серии (эксцентриситет 10°) значимо ниже, чем во всех предыдущих сериях ($p \leq 0.0002$). Таким образом, наиболее эффективное распознавание экспрессий лица не ограничивается центральной областью зрительного поля и частично распространяется на ближнюю периферию. С ростом эксцентриситета адекватность оценок снижается, но не так резко, как падает острота зрения (согласно литературным данным, острота зрения при смещении объекта на 10° от центра фовеа снижается почти в 10 раз!); значимое снижение точности распознавания происходит при эксцентриситете $7.5^\circ - 10^\circ$.

Сопоставление оценок экспрессий разных модальностей (рис. 3) показывает, что лучше всего опознаются «удивление» (0.90), «гнев» (0.88) и «отвращение» (0.90); различия в точности опознавания статистически незначимы. Несколько хуже (критерий χ^2 ; $p \leq 0.05$) опознаются фотоизображения спокойного лица (0.84) и «радости» (0.85); различия между ними статистически незначимы. Наименее адекватно распознаются «горе» (0.79) и «страх» (0.80); различия между ними статистически незначимы; отличие от первой группы значимо ($p < 10^{-4}$); отличия от второй группы – на уровне тенденций.

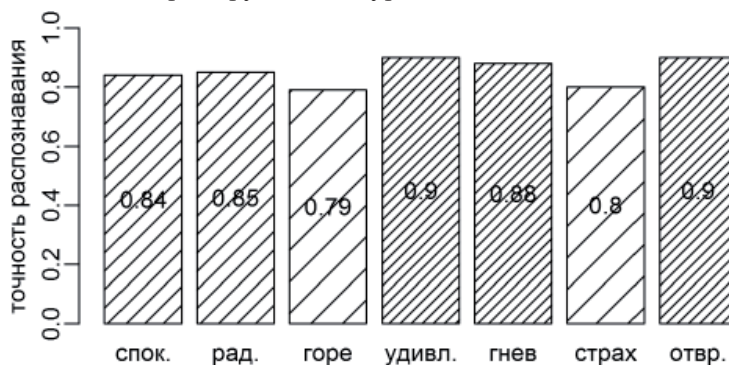


Рис. 3. Точность распознавания экспрессий в зависимости от их модальности

Анализ «ошибочных» ответов позволяет выделить два основных комплекса экспрессий, смешиваемых наблюдателями. Первый комплекс – «спокойное выражение–горе–отвращение». Спокойное выражение лица опознается как горе (0.083), горе – как отвращение (0.1) и спокойное лицо (0.046), отвращение – как горе (0.033). Второй комплекс «удивление–гнев–страх». Удивление опознается как гнев (0.038) и страх (0.04), гнев – как страх (0.044), страх – как удивление (0.053) и гнев (0.088). Экспрессия радости не входит ни в один из этих комплексов, но наиболее часто воспринимается как «страх» (0.096).

Зависимость распознавания экспрессий от их модальности и эксцентриситета изображения лица в зрительном коммуникативном пространстве представлена на рис. 4.

Точность опознавания изображения *спокойного лица* составляет 0.8–0.88, значимые различия между сериями (критерий χ^2) отсутствуют. Точность опознавания экспрессии *радости* составляет 0.78–0.92. Максимальная точность достигается в четвертой серии (величина эксцентриситета 7.5°). Различия между четвертой серией и первой, второй и пятой сериями являются значимыми ($p \leq 0.05$). Различия между третьей серией (точность опознавания 0.88) и четвертой – незначимы. Точность опознавания экспрессии *горя* составляет 0.83–0.73. Максимальная точность соответствует первой серии, минимальная – пятой. Статистически значимы

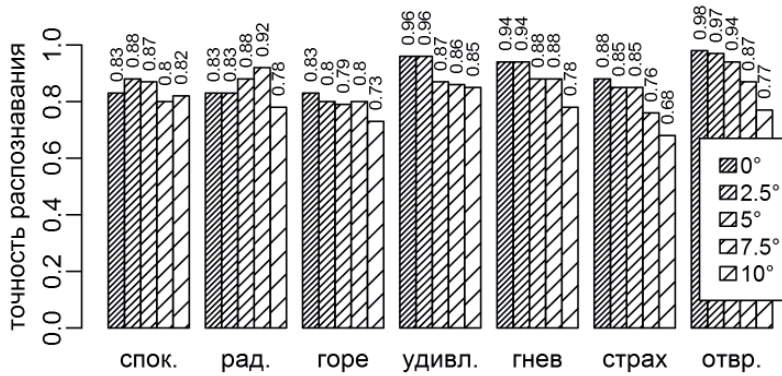


Рис. 4. Точность распознавания экспрессий каждой из модальностей и величины эксцентриситета

только различия между первой и пятой сериями ($p=0.046$). Точность опознавания экспрессии *удивления* составляет 0.96–0.85. Максимальная точность достигается в первой и второй сериях, минимальная – в пятой. Статистически значимыми являются различия между первой и второй сериями, с одной стороны, и третьей, четвертой, пятой сериями – с другой ($p\leq 0.01$). Точность опознавания экспрессии *гнева* составляет 0.94–0.78. Максимальная точность достигается в первой серии, минимальная – в пятой. Статистически значимы только различия между пятой серией и остальными ($p\leq 0.043$). Точность опознавания экспрессии *страха* составляет 0.88–0.68. Максимальная точность достигается в первой и второй сериях, минимальная – в пятой. Статистически значимы различия между первой серией и четвертой и пятой сериями ($p\leq 0.015$); между второй и пятой ($p=0.001$); между третьей и пятой ($p=8\times 10^{-4}$). Точность опознавания экспрессии *отвращения* составляет 0.98–0.77. Максимальная точность достигается в первой и второй сериях, минимальная – в пятой. Статистически значимыми являются различия между первой и второй сериями, с одной стороны, и четвертой и пятой – с другой ($p<0.006$); между третьей серией, с одной стороны, и четвертой и пятой – с другой ($p<0.05$).

По существу, область наиболее эффективного опознавания экспрессий обусловлена соотношением величины эксцентриситета лица и модальности эмоций. Спокойное выражение лица одинаково точно оценивается как в центральной части поля зрения, так и при смещении лица на 10° . Экспрессия радости наиболее адекватно воспринимается не в центре, а в 7.5° ближней периферии (весьма неожиданный результат!). «Горе» эффективно опознается в области 7.5° , что в три раза превышает величину центральной зоны зрительного поля. Вместе с тем, для большинства базовых экспрессий (удивление, гнев, страх, отвращение) с ростом эксцентриситета адекватность оценок снижается, хотя и неравномерно. Например, при экспозиции «удивления» эффективность распознавания падает, начиная с 5° , «отвращения» – с 7.5° .

Анализ ответов испытуемых в зависимости от эгоцентрического направления смещения лица в зрительном поле (рис. 5) показывает, что точность ответов при локализации лица в левой (0.89) и правой (0.91) частях зрительного поля значимо не отличается от точности оценок экспрессий, расположенных в центральной зоне (0.89). Точность оценок экспрессий, экспонируемых в верхней (0.83) либо нижней (0.75) частях зрительного поля, значимо ниже, чем точность оценок в центре (критерий χ^2 , $p<0.001$). Следовательно, основные трудности эксцентрического восприятия экспрессий связаны с вертикальным смещением лица.

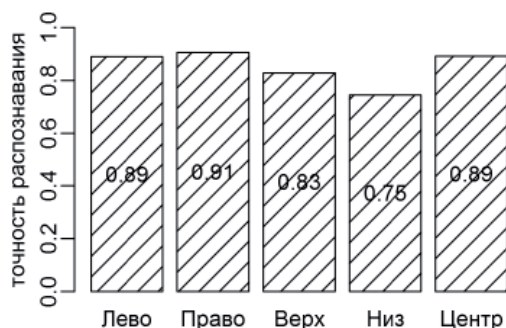


Рис. 5. Точность распознавания экспрессий в зависимости от эгоцентрического направления экспозиции лица

Зависимость точности распознавания экспрессий от эгоцентрического направления и величины эксцентриситета лица показана на рис. 6. При эксцентриситете 2.5° точность ответов в левой (0.91) и правой (0.93) частях зрительного поля максимальна, а значимые различия отсутствуют. В верхней и нижней половинах зрительного поля точность распознавания уменьшается ($0.85-0.87$, $p \leq 0.02$).

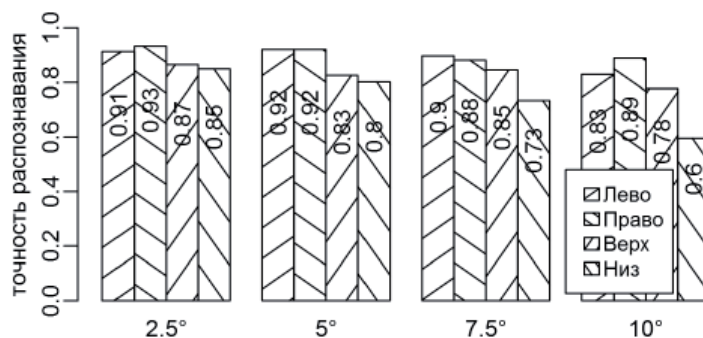


Рис. 6. Точность распознавания экспрессий для разных эгоцентрических направлений и величины эксцентриситета лица

При эксцентриситете 5° максимальная точность распознавания зарегистрирована во время экспозиции лица слева и справа (0.92). При его расположении вверху и внизу точность оценок снижается ($0.8-0.83$; $p \leq 0.002$). При эксцентриситете 7.5° точность распознавания экспрессий, расположенных слева, справа и вверху, значимо не различается ($0.85-0.9$), а при расположении внизу падает до 0.73 ; $p \leq 0.003$. При эксцентриситете 10° максимальная точность достигается в случаях, когда лицо предьявляется справа (0.89). При его смещении влево точность распознавания значимо не меняется (0.83), а при смещении вверх – снижается (0.78 ; $p = 0.001$). Эффективность ответов при расположении лица внизу существенно хуже, чем при его расположении сверху (0.6 ; $p = 2 \times 10^{-5}$).

Результаты распознавания экспрессий разной модальности, направления эгоцентрического смещения лица и величины эксцентриситета представлены на рис. 7. Каждой комбинации независимых переменных соответствует 36 проб (для эксцентриситета $2.5^\circ-10^\circ$) либо 144 пробы (для эксцентриситета 0°). При таком объеме выборки мощности статистического критерия (χ^2 ; $p \leq 0.05$), как правило, недостаточно для выделения статистически значимых различий в точности распознавания экспрессий между двумя ненулевыми значениями эксцентриситета.



Для лиц, экспонируемых в левом зрительном поле, точность распознавания большинства экспрессий остается неизменно высокой. Исключение составляют экспрессии «удивления» и «страха», которые в центре распознаются лучше (0.96–0.88), чем при эксцентриситете 10° (0.83–0.69).

Для лиц, экспонируемых в правом зрительном поле, точность распознавания остается неизменной для «горя», «гнева» и спокойного лица. Точность распознавания экспрессии «радости» возрастает при эксцентриситете 7.5° (0.97) по сравнению с расположением лица в центре зрительного поля (0.83). Для «удивления» и «страха» точность распознавания центрального изображения (0.96; 0.88) выше, чем при эксцентриситете 7.5° (0.83; 0.72). Для «отвращения» точность распознавания несмещенного изображения (0.98) выше, чем при эксцентриситете 10° (0.89).

Для лиц, экспонируемых в верхней части зрительного поля, точность распознавания остается неизменной для экспрессии «радости» и спокойного лица. Точность распознавания «горя», «удивления» и «страха» в центральной части (0.83; 0.96; 0.88) выше, чем при эксцентриситете 10° (0.67; 0.83; 0.72). Точность распознавания экспрессий «гнева» и «отвращения» для центрального изображения (0.94; 0.98) выше, чем при эксцентриситете 5° – 10° (0.75–0.78; 0.83–0.89).

При экспозиции лица в нижней части поля зрения точность распознавания остается неизменной для экспрессий радости и удивления. Для спокойного лица, расположенного в центре (0.83) и с эксцентриситетом 2.5° – 5° (0.86; 0.89), точность распознавания выше, чем при эксцентриситете 10° (0.56). Точность опознания экспрессии горя центрально расположенного лица (0.88) выше, чем при эксцентриситете 2.5° , 5° , 10° (0.67; 0.64; 0.61). Для гнева точность распознавания в центре (0.94) и ближней периферии с эксцентриситетом 2.5° – 5° (0.94; 0.89) выше, чем для эксцентриситета 10° (0.61). Для экспрессии страха и отвращения точность распознавания центрально расположенного лица (0.88; 0.98) и с эксцентриситетом 2.5° (0.81; 0.97) выше, чем для лица с эксцентриситетом 7.5° – 10° (0.58–0.47; 0.67–0.42).

Согласно экспериментальным данным, величина зоны эффективного восприятия выражений лица широко варьирует и зависит не только от локализации экспрессий в зрительном поле, но и от их модальности.

Точность распознавания экспрессий и виды окуломоторной активности

Анализ ответов наблюдателей в зависимости от характера окуломоторной активности (рис. 8) показывает, что точность распознавания экспрессии максимальна (0.94–0.91) при повороте глаз и кратковременной фиксации лица. Медианная продолжительность конечной фиксации составляет 38 мс, межквартильный размах 30–46 мс. Продолжительность конечной фиксации при различном эксцентриситете статистически не различается (критерий Манна–Уитни; $p > 0.01$). Точность распознавания экспрессий при выполнении саккады, завершающейся в момент исчезновения лица, значимо ниже (0.85–0.74). Отсутствие целенаправленной саккады при величине эксцентриситета 7.5° – 10° приводит к дальнейшему снижению точности распознавания.

Следует отметить, что даже при 10° эксцентриситете в отсутствие саккады наблюдатели дают 51 % верных ответов, что значительно превышает вероятность случайного угадывания. Всего при 10° эксцентриситете зарегистрированы 82 экспериментальные пробы (из 890), в которых отсутствовали саккады. По существу, быстрый (100–170 мс) перевод взора в сторону предмета восприятия способен нивелировать (2.5° – 7.5°) либо частично компенсировать (10°) влияние эксцентриситета. При отсутствии фиксационных поворотов глаз зависимость точности распознавания экспрессий от величины эксцентриситета лица близка к линейной.

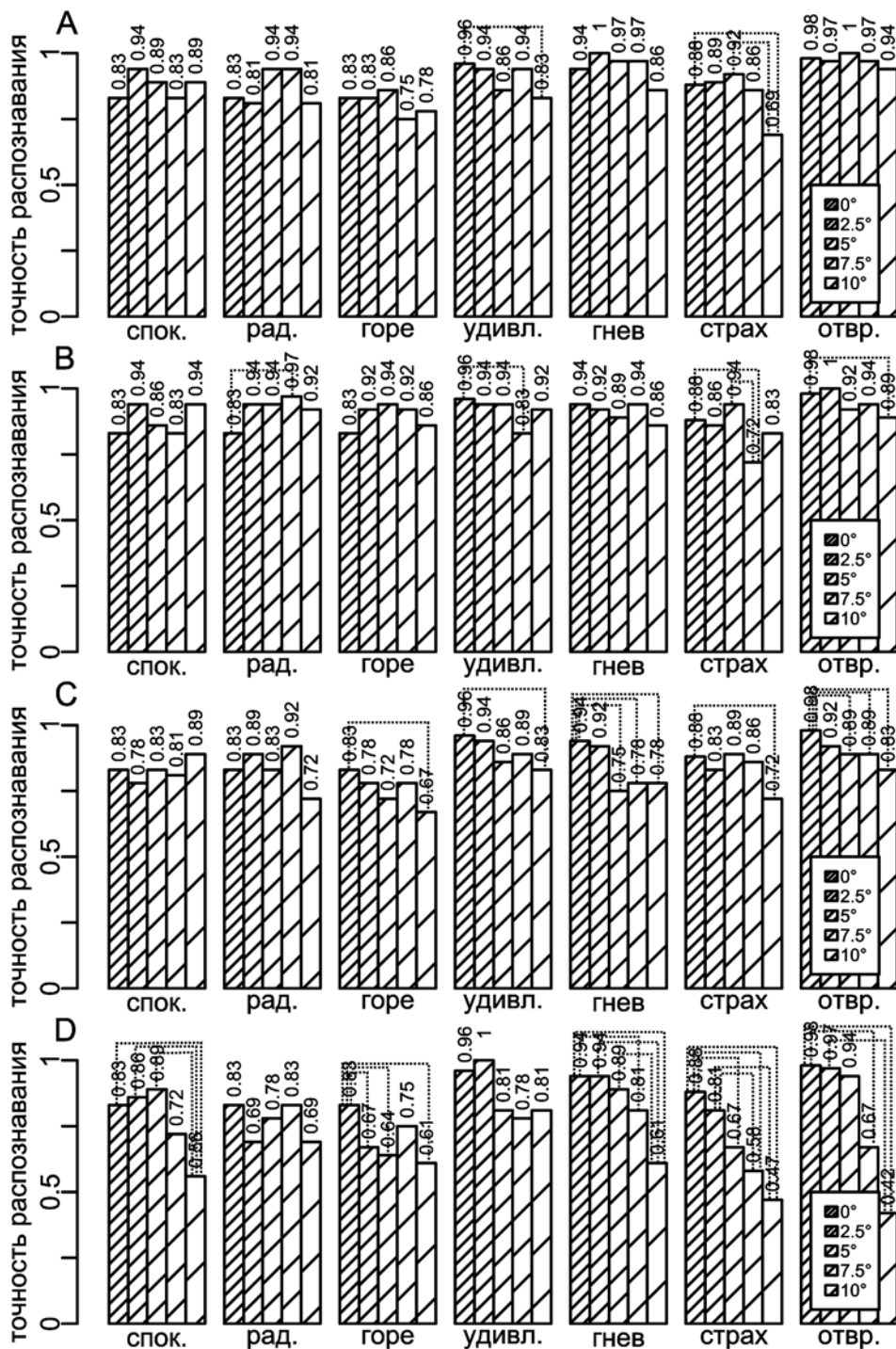


Рис. 7. Точность распознавания экспрессий каждой из модальностей и величины эксцентриситета лица для разных эгоцентрических направлений смещения. А – влево, В – вправо, С – вверх, D – вниз. Пунктиром отмечены статистически значимые различия в точности распознавания (χ^2 ; $p \leq 0.05$)

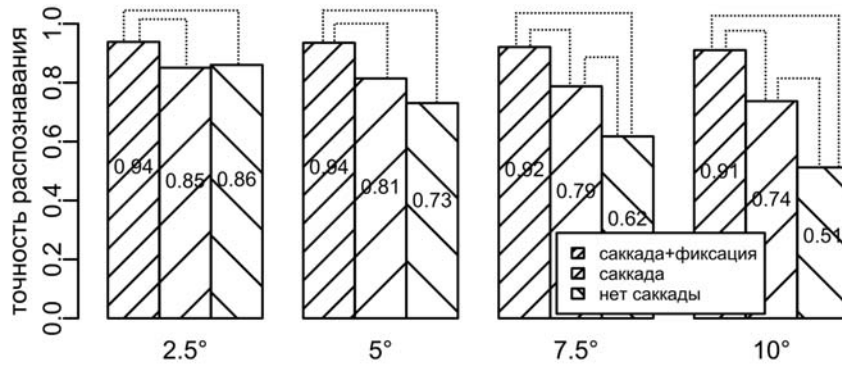


Рис. 8. Точность распознавания экспрессий в зависимости от эксцентриситета лица и вида оculoмоторной активности наблюдателя. Пунктиром отмечены статистически значимые различия в точности распознавания (χ^2 ; $p < 0.01$)

В случае саккады и последующей фиксации лица точность распознавания остается неизменно высокой (0.91–0.94) на всем диапазоне величин эксцентриситета от 2.5° до 10°. Если саккада завершается в момент исчезновения изображения, относительно высокая точность при эксцентриситете 2.5°–5° (0.85–0.81) снижается с увеличением эксцентриситета до 7.5°–10° (0.79–0.74). При отсутствии саккады высокая точность распознавания для эксцентриситета 2.5° (0.85) падает до 0.73 при 5° и до 0.62–0.51 при 7.5°–10° (рис. 9).

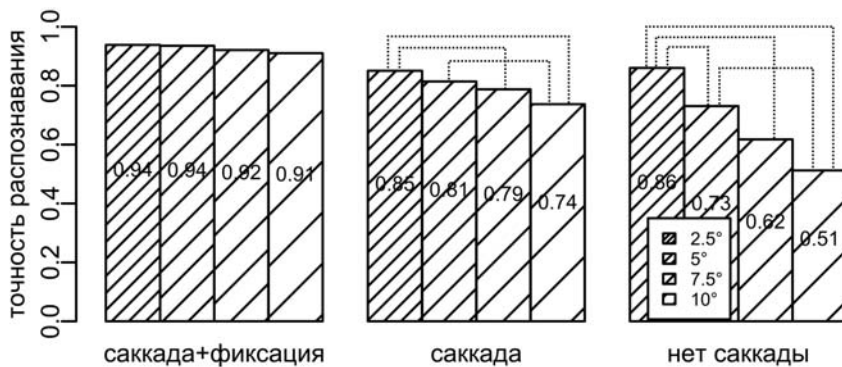


Рис. 9. Точность распознавания экспрессий для разных видов оculoмоторной активности наблюдателя в зависимости от эксцентриситета лица. Пунктиром отмечены статистически значимые различия в точности распознавания (χ^2 ; $p < 0.01$)

При смещении изображений лица влево, вправо и вверх максимальная точность распознавания (0.93–0.94) достигается тогда, когда выполняется саккада и последующая фиксация фотоизображения. Точность распознавания экспрессий при выполнении саккады без последующей фиксации и при отсутствии саккады значимо не различается (0.89–0.79) (рис. 10). При смещении лица вниз максимальная точность (0.9) также предполагает наличие саккады и последующей фиксации; саккада, не завершающаяся фиксацией, приводит к значимому снижению точности (0.73); в случае отсутствия саккады точность распознавания минимальна (0.63).

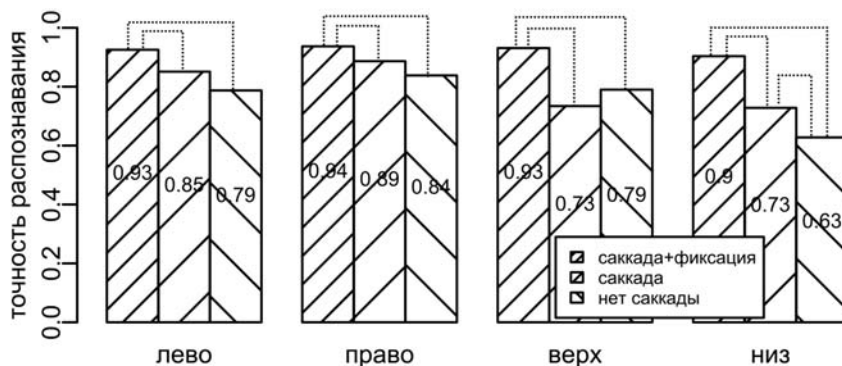


Рис. 10. Точность распознавания экспрессий в зависимости от направления эгоцентрического смещения и вида окуломоторной активности наблюдателя. Пунктиром отмечены статистически значимые различия в точности распознавания ($\chi^2; p < 0.01$).

Анализ точности распознавания для разных видов окуломоторной активности в зависимости от направления эгоцентрического смещения (рис. 11) показывает, что в случае саккады и последующей фиксации лица точность распознавания экспрессий для разных направлений эгоцентрического смещения значимо не различается (0.9–0.94). Если саккада завершается исчезновением фотоизображения, точность распознавания слева и справа (0.85–0.89) значимо выше, чем вверху или внизу (0.73). В отсутствие целенаправленной саккады точность распознавания экспрессий, расположенных слева, справа и сверху (0.79–0.84), значимо не различается, но при локализации внизу значимо ниже (0.63).

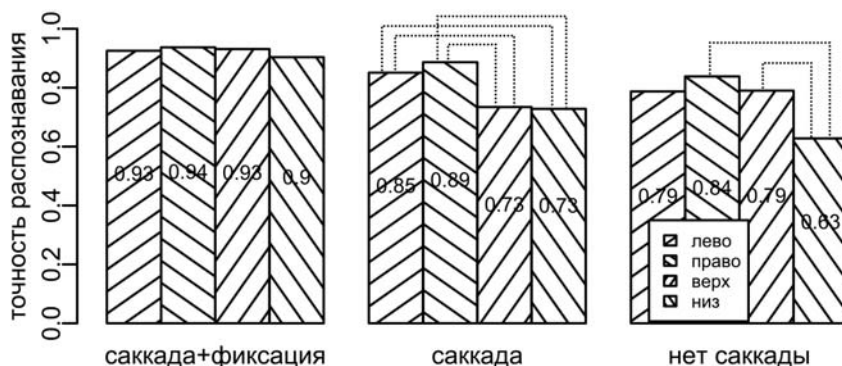


Рис. 11. Точность распознавания экспрессий для разных видов окуломоторной активности наблюдателя в зависимости от направления эгоцентрического смещения. Пунктиром отмечены статистически значимые различия в точности распознавания ($\chi^2; p < 0.01$).

Таким образом, при экспозиции лица в ближней периферии поля зрения точность распознавания экспрессий непосредственно зависит от вида окуломоторной активности наблюдателя. Для всех условий экспозиции эффективность восприятия экспрессий максимальна при выполнении целенаправленного поворота глаз и кратковременной (около 40 мс) фиксации эксцентрично расположенного лица, минимальна – при сохранении направленности взора в исходном положении (в центре поля зрения). Выполнение целенаправленного поворота глаз, не завершаемого фиксацией лица, повышает точность распознавания экспрессий.



Соотношение видов окуломоторной активности

При изменении условий восприятия экспрессий лица характер окуломоторной активности наблюдателя меняется.

Соотношение видов окуломоторной активности в зависимости от величины эксцентриситета представлено на рис. 12. При разной величине эксцентриситета распределения значимо различаются ($\chi^2(6)=119.4; p<0.001$). При эксцентриситете 2.5° вероятность отсутствия саккад в отдельной пробе составляет 0.2. С увеличением эксцентриситета это значение снижается до 0.08–0.09. При эксцентриситете 5° – 7.5° возрастает вероятность саккад, завершающихся фиксацией лица (с 0.38 до 0.50–0.51), а при 10° – вероятность собственно саккад (с 0.40–0.42 до 0.51).

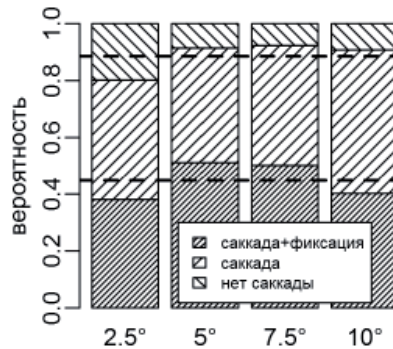


Рис. 12. Соотношение видов окуломоторной активности наблюдателя в зависимости от величины эксцентриситета. Пунктиром показано теоретическое среднее распределение

Значимо различается ($\chi^2(6)=198.6; p=4 \times 10^{-40}$) соотношение видов окуломоторной активности при разных направлениях эгоцентрического смещения (рис. 13). По сравнению со средними значениями (саккада, завершающаяся фиксацией, – 0.45; саккада, завершающаяся исчезновением изображения, – 0.44, отсутствие саккады – 0.11) при эгоцентрическом смещении влево и вправо возрастает вероятность выполнения саккады, завершающейся фиксацией (0.52–0.53), и снижается вероятность отсутствия саккады (0.05–0.08). При эгоцентрическом смещении вниз, напротив, возрастает вероятность отсутствия саккады (0.20) и саккады, завершающейся исчезновением изображения (0.52), и снижается вероятность саккады, завершающейся фиксацией (0.28).

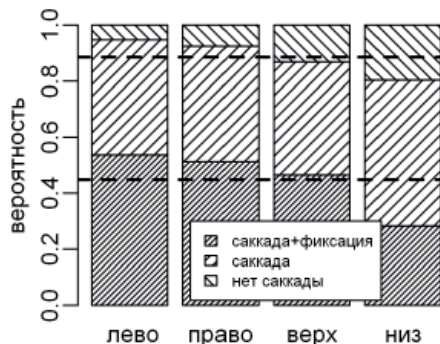


Рис. 13. Соотношение видов окуломоторной активности наблюдателя в зависимости от направления эгоцентрического смещения. Пунктиром показано теоретическое среднее распределение

Соотношение видов окуломоторной активности в зависимости от модальности экспрессий представлено на рис. 14. При эксцентриситете 2.5° – 7.5° значимые различия не выявлены. При эксцентриситете 10° для спокойного лица и «радости» вероятность появления саккад, завершающихся фиксацией фотоизображения (0.52–0.54), выше, чем для других экспрессий (0.33–0.39) ($\chi^2(12)=32.17; p=0.0013$).

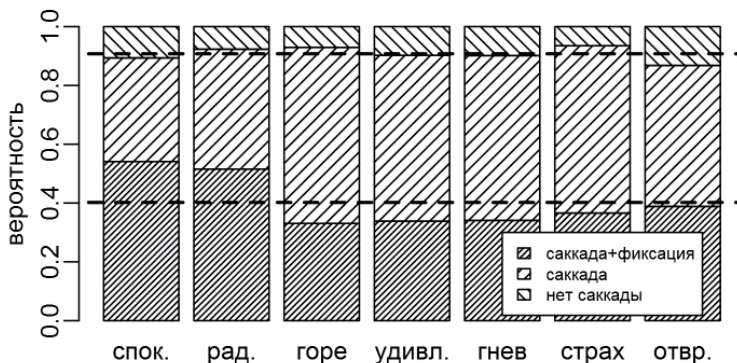


Рис. 14. Соотношение видов окуломоторной активности в зависимости от модальности экспрессии при эксцентриситете 10° . Пунктиром показано теоретическое среднее распределение

Чувствительность видов окуломоторной активности к условиям восприятия экспрессий лица подводит к необходимости анализа самих саккадических движений глаз: вероятности их появления, латентного периода и локализации новой позиции.

Вероятность целенаправленных саккад

Вероятность возникновения целенаправленной саккады в сторону расположения лица связана с величиной его эксцентриситета (рис. 15). Для изображений, экспонируемых в центральной части зрительного поля, макросаккады практически отсутствуют. Для эксцентриситета в 2.5° средняя вероятность появления саккад составляет 0.8, для большей величины эксцентриситета – 0.91–0.92.

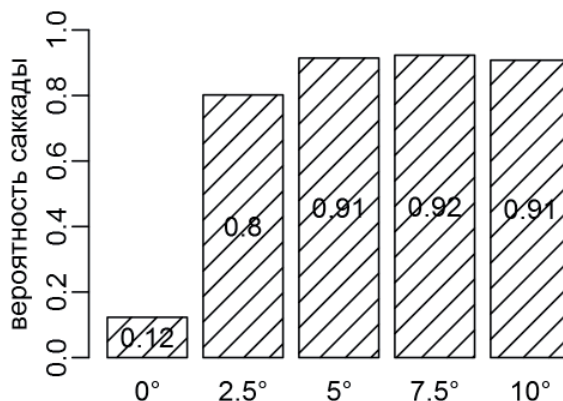


Рис. 15. Вероятность выполнения саккады в зависимости от величины эксцентриситета лица

Другим фактором, влияющим на выполнение саккады, является направление эгоцентрического смещения лица (рис. 16).

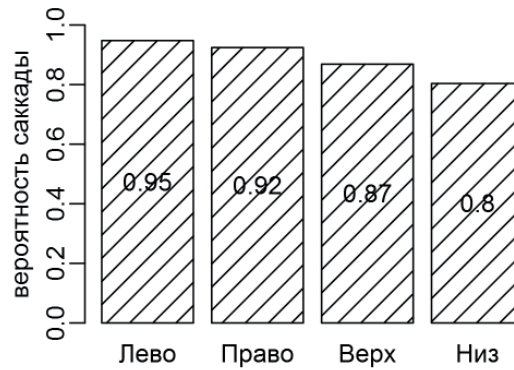


Рис. 16. Вероятность выполнения саккады в зависимости от направления смещения лица

При локализации лица слева и справа вероятность саккады наивысшая: 0.95–0.92 ($p=0.055$). Для изображений, смещенных вверх, она снижается – 0.87; (критерий χ^2 ; $p \leq 2 \times 10^{-4}$), а для смещенных вниз – опускается до 0.8, что значимо ниже, чем в остальных условиях ($p \leq 3 \times 10^{-4}$).

Анализ зависимости вероятности саккады от эгоцентрического направления и величины эксцентриситета лица (рис. 17) показывает, что при эксцентриситете в 2.5° наиболее часто (0.93) саккады выполняются в левую половину зрительного поля; реже (0.88; $p=0.05$) – в правую. При смещении лица вверх и вниз вероятность появления саккад минимальна (0.72–0.67; $p \leq 7 \times 10^{-5}$). При эксцентриситете 5° вероятность саккад влево, вправо и вверх значимо не различается (0.96–0.93), а для расположения лица снизу – снижается (0.83; $p \leq 0.004$). Примерно та же картина имеет место при эксцентриситете 7.5° (вероятность выполнения саккад 0.95–0.94 при смещениях влево, вправо, вверх; 0.85 – при смещении вниз; $p \leq 0.003$) и 10° (вероятность выполнения – 0.95–0.94 при смещениях влево, вправо, вверх; 0.81 – при смещении вниз; $p \leq 4 \times 10^{-5}$).

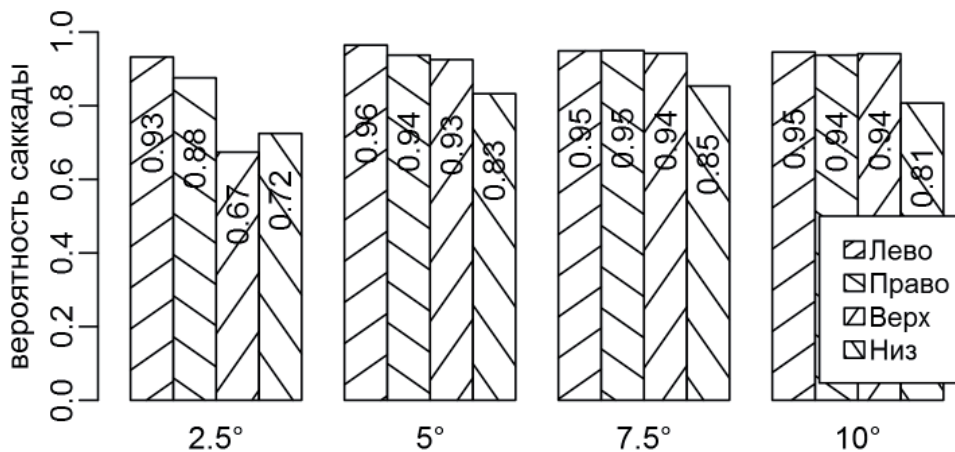


Рис. 17. Вероятность выполнения саккады в зависимости от эгоцентрического направления и величины эксцентриситета лица



Вероятность выполнения саккад при экспозиции изображений экспрессий разных модальностей составляет: 0.73–0.85 при эксцентриситете 2.5°; 0.87–0.94 при 5°; 0.90–0.95 при 7.5°; 0.87–0.93 при 10°; различия в вероятности выполнения саккад для экспрессий разных модальностей отсутствуют.

Вероятность выполнения саккады, завершающейся фиксацией изображения при экспозиции экспрессий разных модальностей, составляет: 0.36–0.45 при эксцентриситете 2.5°; 0.48–0.56 при 5°; 0.41–0.54 при 7.5°; различия в вероятности выполнения саккад для экспрессий разных модальностей отсутствуют. При эксцентриситете 10° (рис. 18) имеются значимые различия в вероятности выполнения саккад для экспрессий разных модальностей ($\chi^2(6)=24.49; p=0.0004$). При средней вероятности выполнения саккады, завершающейся фиксацией изображения, составляющей 0.40, для спокойного лица и «радости» данные значения возрастают (0.52–0.54), а для остальных экспрессий оказываются ниже среднего (0.33–0.39).

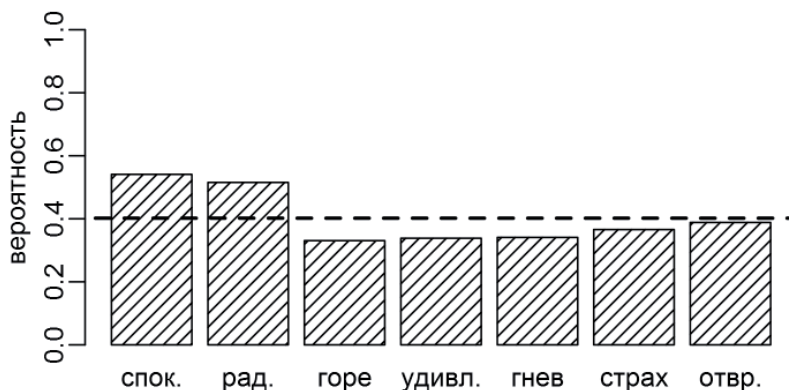


Рис. 18. Вероятность выполнения саккады, завершающейся фиксацией изображения, при эксцентриситете 10° для экспрессий разных модальностей. Пунктиром показано теоретическое среднее значение

Латентный период саккад

Рассмотренные условия восприятия экспрессий влияют и на латентный период саккад. Его анализ показывает, что с увеличением эксцентриситета лица медианная латентность уменьшается (рис. 19). При эксцентриситете 2.5° она составляет 170 мс, при эксцентриситете 5° снижается до 156 мс ($p=1 \times 10^{-39}$); при эксцентриситете 7.5°–10° падает еще больше и составляет 148–150 мс ($p=6 \times 10^{-10}$; $p=3 \times 10^{-13}$).

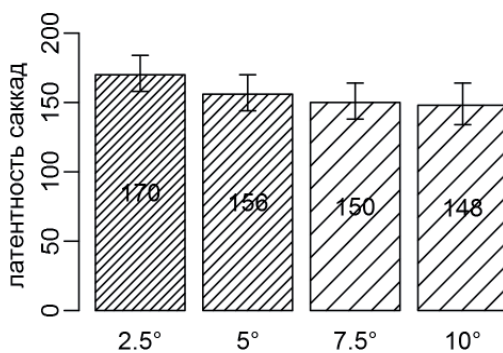


Рис. 19. Латентность саккад в зависимости от величины эксцентриситета лица (мс)



Другой детерминантой латентности саккад является направление эгоцентрического смещения лица (рис. 20). Наименьшая медианная латентность (152 мс) связана с эгоцентрическим смещением влево; по отношению к остальным направлениям смещения обнаруженные различия значимы ($p \leq 0.008$). Латентности саккад, направленных вправо и вверх (156 мс), статистически не различаются, направленных вниз – более продолжительны (162 мс; $p \leq 2 \times 10^{-11}$).

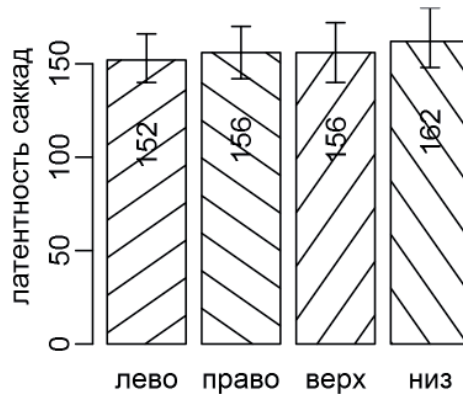


Рис. 20. Латентность саккад в зависимости от направления эгоцентрического смещения (мс)

Зависимость латентности саккад от величины эксцентриситета и направления эгоцентрического смещения лица представлена на рис. 21. При эксцентриситете 2.5° минимальная латентность достигается при расположении лица слева (164 мс), несколько большая – при расположении лица справа (168 мс), максимальная – вверху и внизу (174 мс); значимость различий $p \leq 0.03$. Для эксцентриситета 5° минимальная латентность также достигается при расположении лица слева (152 мс), несколько большая – при расположении справа или сверху (156–158 мс), максимальная – снизу (164 мс); значимость различий $p \leq 0.004$. При эксцентриситете 7.5° величина латентностей при расположении лица слева, справа и вверху составляет 146–151 мс, внизу – значимо больше – 158 мс; ($p \leq 1 \times 10^{-4}$). При эксцентриситете 10° ситуация сходная: величина латентностей при расположении лица слева, справа и вверху 142–148 мс; внизу – 159 мс ($p \leq 4 \times 10^{-6}$).

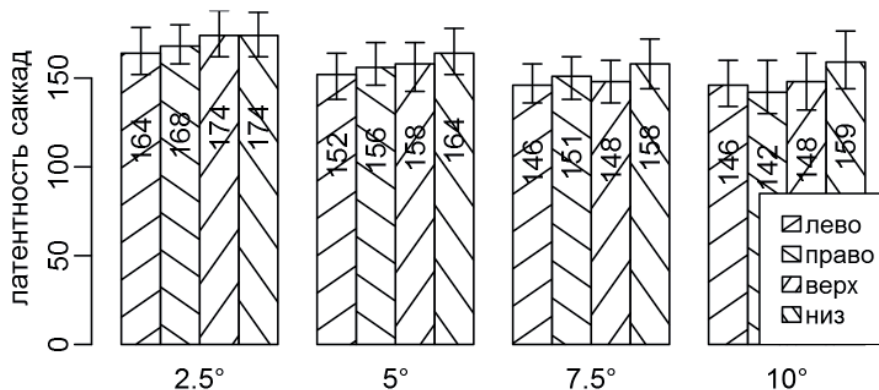


Рис. 21. Латентность саккад в зависимости от величины эксцентриситета и направления эгоцентрического смещения лица (мс)

Влияние модальности экспрессий на величину латентного периода саккад также имеет место, хотя и узко ограничено. При расположении лица в зоне $\pm 2.5^\circ$ – 7.5° зависимость латентности саккад от модальности экспонируемой экспрессии не обнаружена. С увеличением эксцентриситета до 10° минимальная латентность саккад связывается с экспозицией спокойного выражения (медианное значение латентности 140 мс) и «радости» (142 мс). Для остальных экспрессий латентность саккад более продолжительна ($p \leq 0.02$) (рис. 22).



Рис. 22. Латентность саккад при эксцентриситете лица 10° в зависимости от модальности экспонируемой экспрессии (мс)

Локализация зрительных фиксаций

Подавляющее большинство фиксаций фотоизображений при всех экспозициях располагается внутри контура лица. Их медианные значения приближены к геометрическому центру (на изображении лица – область носа) и зависят от эгоцентрического направления и величины эксцентриситета (рис. 23). Разброс медианных значений фиксаций относительно геометрического центра лица при разном эксцентриситете составляет: $\pm 0.3^\circ$ (экспрессия слева и снизу), -1° – 1.5° (экспрессия справа и сверху).

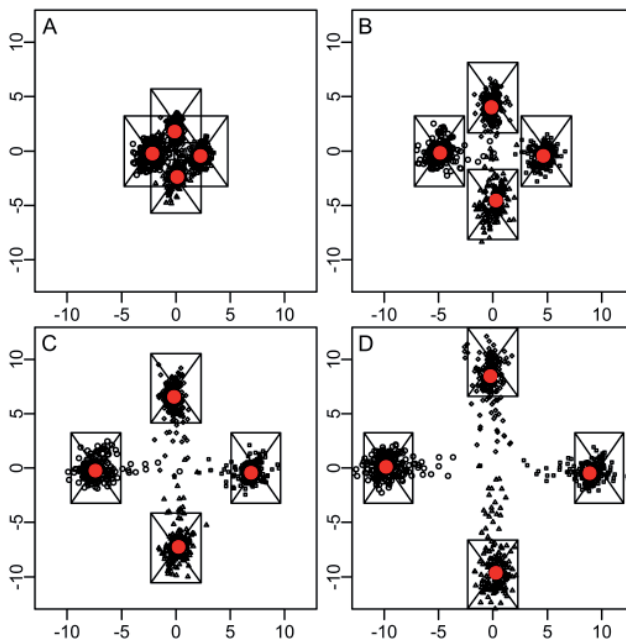


Рис. 23. Распределение фиксаций в зависимости от направления и величины эксцентриситета лица. Кружками отмечены медианные значения фиксаций. Величина эксцентриситета: А – 2.5° , В – 5° , С – 7.5° , D – 10°



При экспозиции лица в левой половине зрительного поля и эксцентриситете 2.5° медиана фиксаций располагается правее и ниже геометрического центра фотоизображения (координаты 0, 0). При увеличении эксцентриситета она смещается вправо и вверх так, что при 10° оказывается левее и выше центра изображения. При экспозиции лица в правой половине зрительного поля и эксцентриситете 2.5° медиана фиксаций находится левее и ниже геометрического центра, а с увеличением эксцентриситета смещается еще левее. При экспозиции лица в верхней части зрительного поля и эксцентриситете 2.5° медианная фиксация располагается левее и ниже геометрического центра фотоизображения и с увеличением эксцентриситета смещается еще левее и ниже. При экспозиции лица в нижней части зрительного поля и эксцентриситете 2.5° медианная фиксация практически совпадает с геометрическим центром фотоизображения. С увеличением эксцентриситета медианная фиксация смещается вправо и вверх (рис. 24).

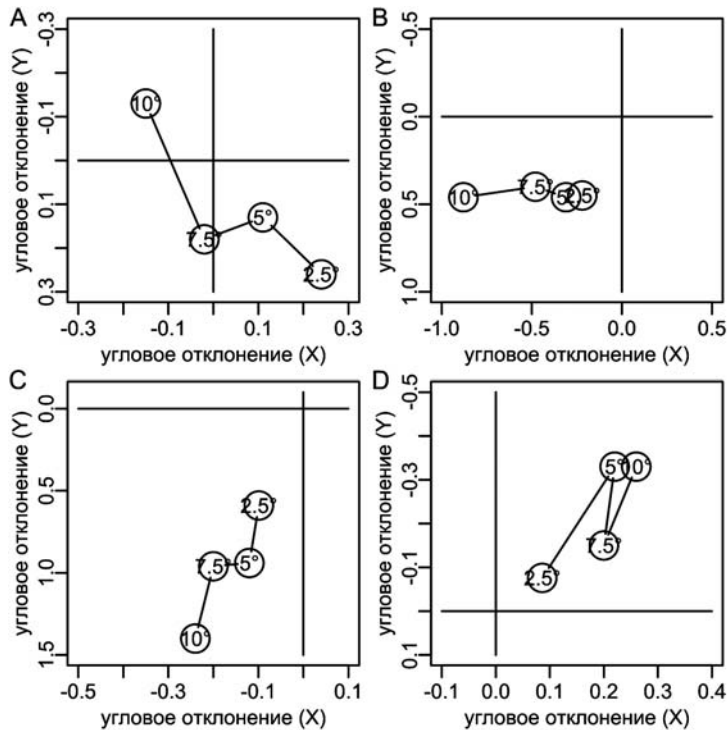


Рис. 24. Медианное положение фиксаций относительно геометрического центра лица. По отношению к исходной точке фиксации изображения располагаются: А – слева В – справа, С – в верхней, D – в нижней частях поля зрения. 2.5° , 5° , 7.5° , 10° – величина эксцентриситета

Таким образом, для трех эгоцентрических направлений – «вверх», «вниз» и «направо» – с увеличением величины эксцентриситета рассогласование между расположением медианной точки фиксации и геометрическим центром лица слабо возрастает. Иначе говоря, с ростом эксцентриситета фотоизображения амплитуда саккад в целом снижается. Исключение составляет поворот глаз влево. Траектории положений медианных фиксаций, выполняемых в симметричных направлениях (право/лево; верх/низ) асимметричны. Статистически значимые различия в положении конечной точки фиксаций для экспрессий разных модальностей, экспонируемых в одном и том же эгоцентрическом направлении с одинаковым эксцентриситетом, отсутствуют.



Обсуждение результатов

Согласно полученным данным, точность распознавания экспрессий действительно зависит от местоположения лица в зрительном поле, но с остротой зрения и периферическими искажениями пространственных отношений среды непосредственно не связана. Наиболее адекватные оценки состояния лица соотносятся не только с центральной частью зрительного поля, но и с прилегающей к ней ближней периферией. Мы называем данную область *зоной эффективного восприятия экспрессий*, понимая под этим функциональное, а не морфологическое образование. Как таковое оно развернуто во времени, предполагая по крайней мере две зрительные фиксации – исходную и конечную. Зона эффективного восприятия экспрессий характеризует центральную для данного момента часть коммуникативного зрительного пространства, обеспечивающего возможность непосредственного («лицом к лицу») общения людей.

В среднем снижение адекватности оценок наступает при эксцентриситете 7.5° – 10° . Однако даже при эксцентриситете 10° , когда лицо воспринимается только боковым зрением, средняя эффективность решения перцептивной задачи превышает 50 %. Соответственно, нормативное требование к расположению лица прямо перед наблюдателем, в середине экрана, не является жестким и допускает вариации.

Наряду с величиной эксцентриситета на точность восприятия экспрессий влияют эгоцентрическое расположение лица в поле зрения и модальность эмоции. Их связь с величиной эксцентриситета выглядит многозначной.

В широком диапазоне позиций ($\pm 10^{\circ}$) слева и справа от центра точность распознавания экспрессий остается высокой. При увеличении эксцентриситета по вертикали она снижается: для нижней половины зрительного поля – начиная с 2.5° , для верхней – с 7.5° . Зависимость точности восприятия базовых экспрессий от величины эксцентриситета проявляется, следовательно, избирательно и касается в основном смещения лица в вертикальном направлении. Наиболее отчетливо монотонное падение эффективности распознавания связано с нижней частью зрительного поля. Наивысшая эффективность опознания с учетом восприятия экспрессий всех базовых эмоций имеет место в левой части зрительного поля.

По степени точности оценок в центре зрительного поля базовые экспрессии дифференцируются на три группы: хорошо распознаваемые («удивление», «гнев», «отвращение»), плохо распознаваемые («горе», «страх») и промежуточные («радость», спокойное выражение). Сравнивая этот результат с оценками тех же стимульных паттернов, предъявляемых наблюдателям в центральной зоне поля зрения в течение 3000 мс (Барабанчиков, Жегалло, Иванова, 2010; Барабанчиков, Жегалло, 2012), можно заметить, что сокращение времени экспозиции до 200 мс корректирует шкалу точности распознавания, полученную ранее. В частности, экспрессия радости и спокойное выражение лица теряют ведущее значение, хотя по-прежнему плохо опознаются «горе» и особенно «страх».

Еще одним фактором вариативности ответов является эгоцентрическая локализация лица. В нижней половине поля зрения при эксцентриситете 10° «отвращение» распознается хуже, чем «радость» или «горе», а в верхней половине спокойное состояние определяется более точно, чем «гнев». Данный результат подтверждает представления об изменении восприятия выражений лица одной и той же модальности на разных этапах перцептогенеза (Барабанчиков, 2002). Он показывает также, что для разных модальностей быстрота смены стадий (темп) перцептогенеза оказывается различной.



«Ошибочные» варианты ответов – те, которые не совпадают с демонстрируемой экспрессией, в условиях проведенного исследования даются сравнительно редко и совпадают с ранее описанными (Барабанщиков, 2009; Барабанщиков, Жегалло, 2012) лишь частично. Это указывает на узость объема категориального поля базовых экспрессий при укороченном времени экспозиции и наличии эксцентриситета лица, а также на сходство либо тождество экзонов, входящих в состав соответствующих комплексов: «спокойное выражение–горе–отвращение», «удивление–гнев–страх» либо «радость–страх».

Один из наиболее интересных результатов проведенного исследования состоит в том, что зона эффективного восприятия экспрессий зависит от их модальности. Для четырех базовых эмоций – «удивление», «гнев», «страх» и «отвращение» – как и ожидалось, с ростом эксцентриситета адекватность оценок снижается. Для «радости», «горя» и спокойного выражения лица зависимость иная. Экспрессия радости наиболее адекватно воспринимается не в центре, а в 7.5° ближней периферии. «Горе» эффективно опознается в области 7.5° , величина которой в три раза превышает величину центральной зоны зрительного поля. Спокойное выражение лица одинаково точно оценивается как в центральной части поля зрения, так и при смещении лица на 10° .

Обобщая сказанное, можно заключить, что зона эффективного восприятия экспрессий лица выходит за пределы центральной области поля зрения, охватывая значительную часть ближней периферии. Для каждой базовой эмоции эта зона имеет характерный размер или протяженность (максимальный при экспозиции «радости», минимальный – «страха»), очертания, задаваемые предельными значениями эффективного распознавания по каждому из эгоцентрических направлений, и структуру – неоднородность оценок внутри зоны эффективного восприятия (в частности, ухудшение либо улучшение распознавания экспрессий в отдельных позициях ближней периферии). Полученный результат еще раз убеждает, что базовые эмоции не только «говорят разными языками» (Изард, 2000), но и воспринимаются по-разному, как бы «разными глазами» или с разных «точек зрения». В этом плане распознавание эксцентрически локализованных экспрессий целого лица сближается с распознаванием экспрессий частично открытого лица, локализованного в центре зрительного поля (Барабанщиков, 2012).

Точность распознавания большинства экспрессий, расположенных в левой половине зрительного поля, при варьировании эксцентриситета лица остается наиболее высокой. Даже для «страха» и «удивления» область эффективного восприятия сужается лишь до 7.5° . Высокая точность распознавания экспрессий горя, гнева и спокойного состояния в правой половине зрительного поля с увеличением эксцентриситета не меняется, а экспрессия радости оценивается даже наиболее точно. Эффективность восприятия эмоциональных состояний начинает расшатываться в верхней половине поля зрения. При увеличении эксцентриситета точность распознавания «радости» и спокойного лица остается неизменной; «горе», «удивление» и «страх» одинаково хорошо распознаются при эксцентриситете 7.5° . Однако диапазон эффективного восприятия «гнева» и «отвращения» сужается до 2.5° . Сходная картина имеет место в нижней части зрительного поля при экспозиции экспрессий горя, страха и отвращения. Но и здесь «радость» и «удивление» адекватно воспринимаются в диапазоне 10° . Таким образом, зона эффективного восприятия выражений лица широко варьирует и зависит как от направления эгоцентрической локализации лица, так и от модальности демонстрируемой экспрессии.



Адекватность оценок экспрессий лица, расположенного на периферии, обусловлена наличием либо отсутствием фиксационного поворота глаз в направлении экспонируемого фотоизображения. Быстрое изменение местоположения глаз создает благоприятные условия для восприятия эксцентрично расположенного лица, поднимая средний уровень точности распознавания экспрессий. Несмотря на кратковременность экспозиции (200 мс), целенаправленные повороты глаз совершаются более чем в 80–90 % экспериментальных проб. При отсутствии фиксационных поворотов с ростом эксцентриситета лица точность распознавания экспрессий линейно уменьшается.

Распознавание выражений лица обеспечивалось тремя видами окуломоторной активности, условно обозначаемыми как «фиксация», «фиксация–саккада» и «фиксация–саккада–фиксация». Их соотношение не остается постоянным и с изменением условий экспозиции меняется. Сохранение исходной позиции взгляда характерно при эксцентриситете лица 2.5°, доминирование собственно саккад – при эксцентриситете 10°, саккад, сменяющихся кратковременной фиксацией, – при эксцентриситете 5–7.5°. В левом и правом полуполях зрения преобладает окуломоторная активность вида «фиксация–саккада–фиксация», в нижней части поля зрения – «фиксация–саккада». Наконец, при эксцентриситете 10° обнаруживается зависимость окуломоторной активности от модальности экспрессий: при экспозиции «радости» и спокойного лица больше выражены саккады, завершаемые фиксацией, при экспозиции остальных экспрессий – собственно саккады. Чувствительность видов окуломоторной активности к условиям экспозиции лица указывает на ключевую роль саккадических движений в распознавании модальности экспрессий.

Как следует из полученных данных, вероятность выполнения целенаправленной саккады в процессе восприятия экспрессий зависит от эгоцентрической направленности и величины эксцентриситета лица. При эксцентриситете 2.5° средняя вероятность появления саккады в горизонтальном направлении выше, чем в вертикальном. При большей величине эксцентриситета 5°–10° это соотношение меняется. Высокая вероятность (0.94–0.95) появления саккады связывается с тремя направлениями зрительного поля – «лево», «право» и «вверх»; вероятность выполнения саккад «вниз» на 11–13 % меньше. Сравнивая гистограммы на рис. 6 и рис. 17, можно проследить соответствие между уровнями точности распознавания экспрессий и вероятностью выполнения саккад. С уменьшением последней, особенно для расположения лица в нижней части зрительного поля, точность распознавания эмоций немонотонно снижается.

Влияние структуры коммуникативного зрительного поля отражается на величине латентного периода саккад и распределении точек фиксации относительно изображения лица.

С ростом эксцентриситета средняя латентность саккад монотонно снижается со 170 мс (2.5°) до 148 мс (10°). Наименьшая величина латентного периода связывается с горизонтальным эгоцентрическим направлением, особенно с расположением лица в левой половине поля зрения, наибольшая величина – с вертикальным направлением, особенно с расположением лица в нижней части поля зрения. Параллель (обратно пропорциональное отношение) между продолжительностью латентности саккад (см. рис. 21) и точностью распознавания экспрессий (см. рис. 6) при разном эгоцентрическом расположении лица прослеживается отчетливо.

Зависимость латентного периода саккад от модальности экспрессий проявляется только для эксцентриситета 10°. Короткая латентность соотносима с экспрессией радости и



спокойным состоянием лица (140–142 мс). Получен еще один аргумент в пользу уникальности выражения радости и состояния покоя как предметов восприятия (см.: Барабанщиков, 2012; Барабанщиков, Жегалло, 2012).

В определенной мере продолжительность латентного периода отражает степень сложности перцептивной задачи. При всех значениях эксцентриситета медианная латентность саккад в случае неверных ответов значимо выше (критерий Манна–Уитни), чем в случае верных. При эксцентриситете 2.5° : $T_{\text{нок}}=182$ мс, $T_{\text{ок}}=168$ мс, $\Delta=10$ мс, $p=2 \times 10^5$. При эксцентриситете 5° : $T_{\text{нок}}=170$ мс, $T_{\text{ок}}=156$ мс, $\Delta=14$ мс, $p=3 \times 10^{-9}$. При эксцентриситете 7.5° : $T_{\text{нок}}=161$ мс, $T_{\text{ок}}=148$ мс, $\Delta=12$ мс, $p=7 \times 10^{-10}$. При эксцентриситете 10° : $T_{\text{нок}}=168$ мс, $T_{\text{ок}}=146$ мс, $\Delta=20$ мс, $p=5 \times 10^{-17}$.¹ Причины затруднений и их связь с модальностью экспрессий требуют дополнительных исследований.

Обращает на себя внимание тот факт, что выполнение целенаправленной саккады, не завершенной фиксацией лица, значимо повышает точность распознавания экспрессии. Согласно рис. 8, восприятие экспрессий совершается непрерывно, а достаточным условием его адекватности выступает непродолжительная (в среднем около 40 мс) фиксация эксцентрически расположенного лица. Этот результат не соответствует представлениям о «саккадическом подавлении» зрительного процесса, вызванного, как полагают, эффектами смазывания проекции объекта на сетчатке, потерей ее чувствительности или маскировкой (см.: Барабанщиков, Белопольский, 2008). В отличие от традиционных исследований «саккадического подавления», процедура выполненного эксперимента характеризуется экологической и социальной валидностью, а различие результатов вызвано стабилизирующей ролью структуры самого лица, имеющего большие угловые размеры и высокий социокультурный статус.

Большинство фиксаций эксцентрически локализованных фотоизображений располагается внутри контура лица, а их медианные значения приближены к геометрическому центру. При экспозиции экспрессий в левой части зрительного поля геометрический центр и фиксационный «центр тяжести» лица практически совпадают (Coren, Hoenig, 1972; Findlay, 1983). Для трех эгоцентрических направлений («вверх», «вниз» и «направо») с увеличением величины эксцентриситета рассогласование между расположением медианной точки фиксации и геометрическим центром лица слабо возрастает, что неоднократно описывалось в литературе (Барабанщиков, 2002; Митрани, 1973). Полученные результаты указывают на неоднородность окулomotorного поля наблюдателей и подчеркивают тот факт, что определение местоположения, размера и общей структуры (выражения) лица по крайней мере в общей форме совершается до выполнения саккады и составляет перцептивное содержание ее латентного периода; в ходе реализации саккады и последующей фиксации лица данное содержание уточняется, а при необходимости корректируется.

Совокупность полученных данных указывает, что целенаправленный поворот глаз включен в перцептогенез выражения лица в качестве исполнительного звена, которое обеспечивает более высокий уровень организации зрительного образа. При этом фиксационный поворот совершается не автоматически, рефлекторно, а *строится* в зависимости от локализации лица и модальности экспрессии.

Проведенный анализ позволяет дифференцировать две формы существования зоны эффективного восприятия экспрессий лица: «пассивную» и «активную». «Пассивная»

¹ $T_{\text{ок}}$ – медианная латентность саккад для правильных ответов, $T_{\text{нок}}$ – медианная латентность саккад для неправильных ответов, Δ – межвыборочный сдвиг.



связана с исходной позицией глаз и предполагает снижение точности распознавания экспрессий с ростом эксцентриситета лица; для эксцентриситета 10° это снижение не превышает 50 %. «Активная» форма носит интегральный характер и связана с выполнением целенаправленной саккады; последняя компенсирует одномоментное снижение точности распознавания экспрессий на периферии, расширяя пространство эффективного восприятия. Обратим внимание, что в проведенном эксперименте латентность саккад имеет более низкие значения, чем в похожих исследованиях других авторов. Так средняя латентность саккад составляет 218 мс (Asato et al., 2006); 224 мс (Crevist et al., 2005); 180 мс (Eenshuistra et al., 2007); 186 мс (Amlot et al., 2003); 201 мс (Van der Stigchel et al., 2007). Индивидуальные показатели латентности саккад меняются в широком диапазоне (Klein, Ficher, 2005).

Обнаруженные различия можно объяснить несколькими причинами. Прежде всего тем, что в наших экспериментах экспонируемые изображения лица имели значительно большие угловые размеры. Известно, что увеличение заметности объекта приводит к сокращению латентности саккад (van Zoest, Donk, 2010). Второе принципиальное отличие состоит в содержании инструкции. От участников нашего эксперимента требовалось не просто посмотреть в направлении показанного изображения, а идентифицировать его. Влияние инструкции на величину латентного периода саккады специально рассматривалось в работе Л. Троттье и Дж. Пратта (Trottier, Pratt, 2005). Исследователи предлагали испытуемым выполнить два задания: 1) «как можно быстрее и точнее посмотрите в центр объекта, когда он появится», 2) «максимально быстро и точно определите, какой объект был показан». Угловые размеры тестовых объектов (геометрические паттерны) составляли 0.5° , отклонение от центра экрана – 14° (влево, вправо, вверх или вниз в случайном порядке). Оказалось, что при выполнении второго задания латентный период саккад имеет меньшую продолжительность и зависит от эгоцентрического направления: в вертикальном направлении (вверх–вниз) 185 мс при первом задании и 155 мс – при втором; в горизонтальном направлении (влево–вправо) 165 мс при первом задании и 135 мс – при втором. Полученные данные хорошо соответствуют результатам нашего эксперимента. Наконец, нельзя не учитывать экологическую и социальную уникальность объекта восприятия, экспонированного в наших экспериментах. Согласно более ранним исследованиям, изображение лица распознается быстрее и точнее других элементов среды, включая простые и сложные геометрические фигуры (Барабанчиков, 2009; Хрисанфова, 2004).

Выводы

1. Точность распознавания базовых экспрессий зависит от местоположения лица в зрительном поле и модальности эмоции. Наибольшая эффективность опознания достигается в левой половине зрительного поля, наименьшая – в его нижней части. Лучше всего в ближней периферии опознаются экспрессии удивления, гнева и отвращения, хуже всего – «горе» и «страх». С увеличением эксцентриситета лица снижение точности распознавания восстанавливается благодаря фиксационным поворотам глаз.

2. Зона эффективного восприятия экспрессий лица, в которой точность распознавания эмоций остается на высоком уровне, выходит за пределы центральной области поля зрения, охватывая значительную часть ближней периферии. Для каждой базовой эмоции эта зона имеет характерный размер, очертания и структуру и существует в двух формах: «пассивной» и «активной».



3. При экспозиции лица в ближней периферии зрительного поля вероятность целенаправленной саккады растет с увеличением эксцентриситета до 5° , достигая уровня 0.9–0.92. Наиболее часто саккада совершается в левую половину поля зрения, редко – в его нижнюю часть. Зависимость вероятности саккад от модальности экспрессии статистически значима при эксцентриситете 10° . С увеличением эксцентриситета лица средняя латентность саккад уменьшается. Наибольший латентный период соответствует саккадам, направленным в нижнюю часть поля зрения, наименьший – в его левую половину. Влияние модальности экспрессии на величину латентного периода саккад проявляется только при эксцентриситете 10° . Медианные значения фиксации лица независимо от величины эксцентриситета располагаются в области геометрического центра фотоизображения.

Литература

- Барабанщиков В.А. Восприятие и событие. СПб.: Алетея, 2002.
- Барабанщиков В.А. Восприятие выражений лица. М.: ИПРАН, 2009.
- Барабанщиков В.А. Экспрессии лица и их восприятие. М.: ИПРАН, 2012.
- Барабанщиков В.А., Белопольский В.И. Стабильность видимого мира. М.: Когито-Центр, 2008.
- Барабанщиков В.А., Жегалло А.В., Иванова Л.А. Распознавание экспрессий перевернутого изображения лица // Экспериментальная психология. 2010. № 3. С. 66–83.
- Барабанщиков В.А., Жегалло А.В. Зависимость восприятия экспрессий от пространственной ориентации изображений лица // Современная экспериментальная психология. М.: ИПРАН, 2012. Т. 2. С. 55–79.
- Гибсон Дж. Экологический подход к зрительному восприятию. М.: Прогресс, 1988.
- Изард К. Психология эмоций. СПб.: Питер, 2000.
- Компанейский Б.Н. Проблема константности восприятия цвета и формы вещей: докторская диссертация // Ученые записки Ленинградского государственного педагогического института им. А. И. Герцена. Л., 1940. Т. 34. С. 17–179.
- Миракян А.И. Константность и полифункциональность восприятия. М.: ПИ РАО, 1992.
- Митрани Л. Саккадические движения глаз. София: Издательство Болгарской академии наук, 1973.
- Хрисанфова Л.А. Динамика восприятия экспрессий лица: Дисс. ... канд. психол. наук. М.: ИП РАН, 2004.
- Экман П. Психология эмоций. СПб.: Питер, 2010.
- Asato M.R., Sweeney J.A., Luna B. Cognitive processes in the development of TOL performance // Neuropsychologia. 2006. V. 44. P. 2259–2269.
- Amlot R., Walker R., Driver J., Spence C. Multimodal visual–somatosensory integration in saccade generation // Neuropsychologia. 2003. V. 41. P. 1–15.
- Coren S., Hoening P. Effect of non-targeting stimuli upon the length of voluntary saccades // Perceptual and motor Skill. 1972. V. 34. P. 499–508.
- Crevist L., Van den Abbeele D., Audenaert K., Goethals M., Dierick M. Effect of repetitive transcranial magnetic stimulation on saccades in depression: A pilot study // Psychiatry Research. 2005. V. 35. P. 113–119.
- Eenshuistra R.M., Ridderinkhof K.R., Weidema M.A., van der Molen M.W. Developmental changes in oculomotor control and working-memory efficiency // Acta Psychologica. 2007. V. 124. P. 139–158.
- Edwards D.S., Goolkasian P.A. Peripheral vision location and kinds of complex processing // Journal of Experimental Psychology. 1974. V. 3. P. 477–486.
- Findlay J.M. Visual information processing for saccadic eye movements // Spatially oriented behavior. NY.: Springer, 1983. P. 281–303.



- Kandel E., Schwartz J., Jessell T. Principles of Neural Science. NY.: McGraw-Hill, 2000.
- Klein C., Fischer B. Instrumental and test-retest reliability of saccadic measures // Biological Psychology. 2005. V. 68. P. 201–213.
- Komogortsev O., Gobert D., Jayarathna S., Koh D., Gowda S. Standardization of Automated Analyses of Oculomotor Fixation and Saccadic Behaviors // IEEE Transactions on Biomedical Engineering. 2010. V. 57. №. 11. P. 2635–2645.
- Palmer S.E. Visual science: photons to phenomenology. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2002.
- R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2012.
- Trottier L., Pratt J. Visual processing of targets can reduce saccadic latencies // Vision Research. 2005. V. 45. P. 1349–1354.
- Van der Stigchel S., Meeter M., Theeuwes J. Top-down influences make saccades deviate away: The case of endogenous cues // Acta Psychologica. 2007. V. 125. P. 279–290.
- Van Zoest W., Donk M. Awareness of the saccade goal in oculomotor selection: Your eyes go before you know // Consciousness and Cognition. 2010. V. 19. P. 861–871.

RECOGNITION OF FACIAL EXPRESSIONS IN THE PROXIMAL PERIPHERY OF THE VISUAL FIELD

BARABANSCHIKOV V.A., *Institute of Psychology, RAS, Center of Experimental Psychology, MCUPE, Moscow*
ZHEGALLO A.V., *Institute of Psychology, RAS, Center of Experimental Psychology, MCUPE, Moscow*

Experimental study of the communicative organization of visual space in micro intervals of time is the subject of this paper. During the experiment, images of basic expressions of male face in the form of undifferentiated presentation of eccentrically localized objects ($0^\circ - 10^\circ$) in the left, right, top and bottom parts of the field of view were shown to the observer for 200 ms. The results of evaluation of the effectiveness of the modality of identification of facial expressions at different exposure conditions and registration of oculomotor activity of observers indicate that the area of effective perception of facial expressions goes beyond the central area of the visual field, covering a considerable part of the proximal periphery. Estimation of parameters of the zone with the most effective perception of facial expressions, which are reflected in the characteristics of targeted saccades, suggests that the internal structure of visual space is heterogeneous, and its value depends not only on the egocentric location of expression, but also on their modality. Micro dynamics of communicative visual space depends on the form of the oculomotor activity of observers.

Keywords: communicative visual space, recognition of expressions of faces, oculomotor activity, latency of saccades, the center and the periphery of the field of view, localization of visual fixations, the area of effective perception of facial expressions.

Transliteration of the Russian references

- Barabanschikov V.A. Vospriyatie i sobytje. SPb.: Aletejja, 2002.*
- Barabanschikov V.A. Vospriyatie vyrazhenij lica. M.: IPRAN, 2009.*
- Barabanschikov V.A. Ekspressii lica i ih vospriyatje. M.: IPRAN, 2012.*
- Barabanschikov V.A., Belopol'skij V.I. Stabil'nost' vidimogo mira. M.: Kogito-Centr, 2008.*

- Barabanshikov V.A., Zhegallo A.V., Ivanova L.A.* Raspoznavanie ekspressij perevernutogo izobrazhenija lica // Eksperimental'naja psihologija. 2010. № 3. S. 66–83.
- Barabanshikov V.A., Zhegallo A.V.* Zavisimost' vosprijatija jekspressij ot prostranstvennoj orientacii izobrazhenij lica // Sovremennaja eksperimental'naja psihologija. M.: IPRAN, 2012. T. 2. S. 55–79.
- Gibson Dzh.* Ekologicheskij podhod k zritel'nomu vosprijatiju. M.: Progress, 1988.
- Izard K.* Psihologija emocij. SPb.: Piter, 2000.
- Kompanejskij B.N.* Problema konstantnosti vosprijatija cveta i formy veshhej: doktorskaja dissertacija // Uchenye zapiski Leningradskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo instituta im. A. I. Gercena. L., 1940. T. 34. S. 17–179.
- Mirakjan A.I.* Konstantnost' i polifunktional'nost' vosprijatija. M.: PI RAO, 1992.
- Mitrani L.* Sakkadicheskie dvizhenija glaz. Sofija: Izdatel'stvo Bolgarskoj akademii nauk, 1973.
- Hrisanfova L.A.* Dinamika vosprijatija jekspressij lica: Diss. ... kand. psihol. nauk. M.: IP RAN, 2004.
- Ekman P.* Psihologija emocij. SPb.: Piter, 2010.

СКЛОННОСТЬ К МАНИПУЛЯТИВНОМУ ПОВЕДЕНИЮ КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ СИНДРОМОКОМПЛЕКСА ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ ПРИ ЗАВИСИМОСТЯХ ОТ ПСИХОАКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

ЗЕНЦОВА Н.И., ФГБУ «Национальный научный центр наркологии Минздравсоцразвития РФ», Москва
ФЁДОРОВА С.С., ФГБУ «Национальный научный центр наркологии Минздравсоцразвития РФ», Москва

Статья посвящена вопросам диагностики степени выраженности макиавеллизма (склонности к скрытому манипулированию другими людьми с целью получения собственной выгоды) – личностной черты, являющейся одной из составляющих синдрома комплекса психологических нарушений, при зависимостях от психоактивных веществ. В исследовании, проведенном с применением методики диагностики макиавеллизма В.В. Знакова, приняли участие больные, страдающие зависимостью от алкоголя и героина, а также контрольная группа испытуемых. Полученные в исследовании результаты свидетельствуют о статистически достоверно более высоком уровне склонности к манипулятивному поведению у больных, страдающих героиновой и алкогольной зависимостью.

Ключевые слова: синдромокомплекс психологических нарушений, макиавеллизм, манипулятивное поведение, наркотическая зависимость, алкоголизм, социальный интеллект.

Злоупотребление ПАВ относится к разряду серьезных социально-психологических проблем. Значительное увеличение случаев заболеваемости различными видами зависимости, наблюдаемое в последние десятилетия, обусловило появление многочисленных исследований как в отечественной, так и в зарубежной психиатрии и психологии, посвященных изучению различных аспектов этой проблемы.

В процессе развития наркологического заболевания формируется особый синдромокомплекс психологических нарушений, имеющий свои когнитивные, эмоционально-волевые, поведенческие, морально-этические проявления, степень выраженности и динамику. Определение синдромокомплекса психологических нарушений и постановка психодинамического функционального диагноза (ПДФД) являются не менее важной составляющей диагностики наркологических заболеваний. Симптомы в структуре синдромокомплекса сформулированы таким образом, чтобы сохранить достаточную гибкость диагностических решений в практике клинического психолога, особенно в ситуациях, требующих установления психодинамического функционального диагноза до того, как станет полностью ясной клиническая картина заболевания или будет собран катамнез. ПДФД зависимости от психоактивных веществ может быть поставлен при выявлении не менее 4 симптомов в структуре синдромокомплекса психологических нарушений, включающего в себя:

особенности восприятия внутренней картины болезни (наличия синдрома зависимости) с характерными для пациента проявлениями – неадекватное осознание болезни, анозогнозия и пр.;

специфическую мотивационную установку, то есть определенную предуготованность действовать так, чтобы постоянно, в любом случае были обеспечены приобретение и прием ПАВ;

сформированные механизмы психологической защиты (рационализация, вытеснение, проекция, низведение, изоляция, всемогущество, реактивное образование, парадоксальность);

смещение, переход реализации своей концепции «Я» и перенос значимой жизнедеятельности в состояние опьянения;

сформированный наркоманический стиль жизни;

приобретенные личностные девиации (деградация, морально-этическое снижение и пр.);

эмоциональные нарушения (апатия, низкий уровень эмоционального интеллекта, снижение эмпатии, чувство неудовлетворенности и др.);

средневысокий и высокий уровень макиавеллизма. Доказательству необходимости учета и подробного описания данного критерия и посвящено настоящее исследование.

Наблюдаемые в течение многих лет клиницистами у больных наркоманией и алкоголизмом такие индивидуально-психологические особенности, как склонность ко лжи и психологическому манипулированию до сих пор остаются лишь одним из описательных аспектов внутренней картины заболевания, которые не подвергаются подробной диагностике и точному измерению. Более того, как мы видим из обзора литературы по психическим и поведенческим расстройствам, вызванным употреблением психоактивных веществ (ПАВ), данный симптом не включен в перечень описательных критериев диагностики зависимости от ПАВ.

Термин «макиавеллизм» произошел от имени итальянского политика и философа Николо Макиавелли (1469–1527) (Сирота, Ялтонский, 1996). Макиавеллизм как личностная черта проявляется в осуществлении тем или иным способом или вовлечении отдельного лица в определенные виды аморального или неэтичного поведения, в результате которого он добивается личной выгоды (Patterson, 1998). При этом субъект рассматривает общение как средство воздействия на других людей и возможность ими манипулировать. Он скрывает свои подлинные намерения и, совершая обманные действия, добивается от партнера изменения первоначальных планов последнего. Макиавеллизм как личностная черта отражает лживость, убежденность в том, что большинству людей нельзя доверять, что окружающие не обладают независимостью и волей. Макиавеллизм в той или иной степени присущ всем людям и поэтому его, как правило, рассматривают как количественную характеристику. Так, впервые применившие в 1970 г. понятие «макиавеллизм» применительно к психологии индивидуальных различий ученые Колумбийского университета Р. Кристи и Ф. Гейз разработали специальную «Шкалу макиавеллизма» – «Мак-шкалу».

В 1988 году Р. Бирн и Э. Уайтен высказали гипотезу о макиавеллианском интеллекте. Макиавеллианский интеллект – это способность субъекта к познанию другого субъекта с последующим введением последнего в заблуждение в процессе общения путем манипулятивного, аморального, неэтичного поведения с целью добиться личной выгоды. По мнению В. В. Знакова, понятие «макиавеллизм» является реализацией макиавеллианского интеллекта в действии и проявляется в склонности человека манипулировать людьми в межличностных отношениях в корыстных целях (Знаков, 2001). Как правило, люди с высоким уровнем макиавеллизма отличаются цинизмом и безразличием по отношению к окружающим; замечая слабости других людей, стараются успешно ими воспользоваться. Для врачей, клинических психологов, социальных работников и других специалистов, которые ра-



ботаю с зависимыми от алкоголя и наркотиков лицами, несомненным является то, что данные пациенты являются ловкими манипуляторами, поведение которых строится на обмане, лжи, непорядочности и т. д.

Таким образом, в связи с широкой распространенностью такого психологического феномена, как макиавеллизм, а также с целью дальнейшего развития методической работы по выработке диагностических критериев ПДФД зависимости от психоактивных веществ, более точного разграничения макиавеллизма, психопатий, нарциссизма, актуальной становится задача обобщения накопленного клинического опыта и проведения диагностических исследований в различных областях медико-социальной и психологической помощи: психиатрии, наркологии, профилактики различных форм зависимого поведения, в сфере профессионального здоровья.

Цель нашего исследования состояла в диагностике наличия или отсутствия склонности лиц, зависимых от ПАВ, к применению стратегии социального поведения, включающей манипуляцию субъектом другими людьми в личных корыстных целях, зачастую вопреки их собственным интересам.

В исследовании была использована методика выявления уровня макиавеллизма, четвертая версии шкалы Mach-IV (Geis, 1978), адаптированная В.В. Знаковым (2001). На основе проведенного американскими учеными контент-анализа трактата Н. Макиавелли «Государь» ими был создан психологический опросник, названный «Мак-шкала». Четвертая версия шкалы Mach-IV состоит из двадцати утверждений. Испытуемый должен выразить меру своего согласия или несогласия с каждым из 20 утверждений по семибалльной шкале – от «Полностью согласен» (7 баллов) до «Совершенно не согласен» (1 балл). При обработке оценки в половине пунктов шкалы инвертируются, после чего по всем 20 пунктам подсчитывается суммарный показатель уровня макиавеллизма.

В исследовании приняли участие 210 испытуемых-мужчин: первую группу составили 70 лиц со средней стадией зависимости от алкоголя (средний возраст $29,89 \pm 12,42$ года); вторую группу составили 70 больных со средней стадией зависимости от героина (средний возраст $26,22 \pm 5,06$ года); в качестве контрольной группы были обследованы 70 мужчин (средний возраст $27,53 \pm 11,27$ года), условно здоровые. В состав выборки вошли рабочие, служащие, технический персонал различных предприятий, менеджеры среднего звена и учащиеся средних специальных заведений.

Результаты проведенного исследования с участием больных, страдающих зависимостью от алкоголя и героина, а также контрольной группы здоровых лиц приведены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты исследования склонности к макиавеллизму у больных, зависимых от алкоголя, зависимых от героина и в контрольной группе
(в баллах, $n = 70$ в каждой группе)

Шкала / группы	Группа №1 «Зависимые от алкоголя» $M \pm m$	Группа №2 «Зависимые от героина» $M \pm m$	Группа №3 Контрольная группа $M \pm m$	Значимость различий $*p$
Склонность к макиавеллизму	$104,28 \pm 12,33$	$122,34 \pm 13,25$	$72,56 \pm 11,56$	$p1-p2=0,005$ $p1-p3=0,000$ $p2-p3=0,000$

* p – значимость различий по критерию U Манна-Уитни.

В контрольной группе здоровых отмечался умеренно выраженный уровень макиавеллизма ($72,56 \pm 11,56$ балла), но он был статистически достоверно ниже, чем в двух других группах страдающих различными формами зависимости от ПАВ больных. Результаты проведенного исследования свидетельствуют о статистически достоверно высоком, по сравнению со здоровыми лицами, уровне макиавеллизма у больных, страдающих зависимостью от героина, и у больных, страдающих зависимостью от алкоголя (зависимые от героина $122,34 \pm 13,25$ балла, контроль $72,56 \pm 11,56$ балла, $p_2 - p_3 = 0,000$; зависимые от алкоголя $104,28 \pm 12,33$ балла, контроль $72,56 \pm 11,56$ балла, $p_1 - p_3 = 0,000$). Полученные результаты исследования представлены на рисунке.

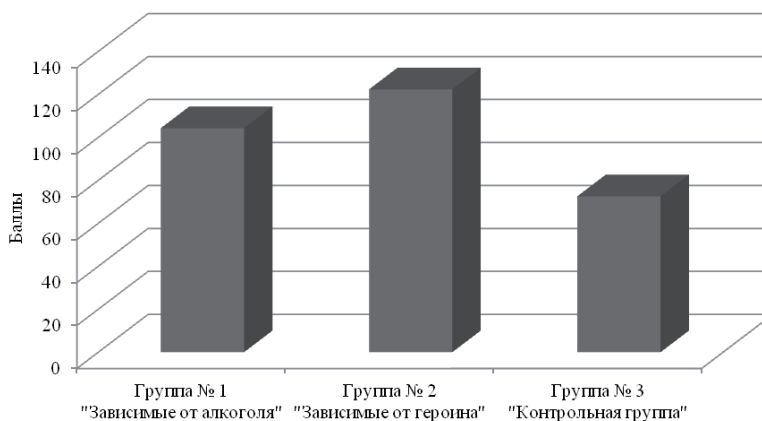


Рисунок. Результаты исследования склонности к макиавеллизму у лиц, зависимых от алкоголя, зависимых от героина, и в контрольной группе (в баллах)

Уровень склонности к манипулятивному поведению у больных, зависимых от героина, был статистически достоверно выше высокого уровня склонности к манипулятивному поведению больных, зависимых от алкоголя (зависимые от героина $122,34 \pm 13,25$ балла, зависимые от алкоголя $104,28 \pm 12,33$ балла, $p_1 - p_2 = 0,005$). Более высокий уровень макиавеллизма у больных, зависимых от нелегального наркотика героина, по сравнению с больными алкоголизмом, может быть объяснен более высоким наркогенным потенциалом героина по сравнению с алкоголем, более ранним началом употребления героина и тяжестью заболевания.

Тяжесть симптомов лишения наркотиков заставляла больных идти на преступления, в продумывании и реализации которых требовался достаточно высокий макиавеллианский интеллект и выраженность таких личностных черт, как лживость, лесть, пренебрежение к морали, цинизм, манипулирование чувствами и поведением окружающих. В результате больные регулярно «оттачивали» свое манипулятивное мастерство, направленное на поиск и приобретение наркотика любыми законными и незаконными путями.

Манипулятивное поведение больных было опосредовано потребностью в алкоголе и наркотике, что существенно отличает его от смысла манипулятивного поведения здоровых лиц.

Выявленная в данном исследовании манипулятивная, эгоистическая направленность поведения пациентов, страдающих зависимостью от героина и алкоголя, проявляется в пре-



небрежительном отношении к советам и указаниям врачей, к просьбам родителей, угрозам представителей правопорядка. Манипулятивное, порой циничное поведение больных в микросреде и их стремление добиться для себя каких-либо преимуществ, льгот осуществляется ими и во время прохождения курса лечения в стационаре, где больные с первых минут пребывания пытаются манипулировать персоналом и другими пациентами, культивируя эгоцентризм и реализуя рентные установки. Такого рода пациенты строят свое общение со средним медперсоналом на основе лести и притворной любезности, стараясь вызвать к себе расположение, жалость и участие, пытаясь путем очевидного обмана или завуалированной лжи отказаться от приема назначенных препаратов, настаивая на назначении препаратов дорогостоящих, не показанных им в данный момент.

Таким образом, в нашем исследовании была подтверждена заявленная выше гипотеза: лица, страдающие алкогольной и наркотической зависимостью, отличаются более высоким уровнем макиавеллизма, по сравнению с условно здоровыми субъектами; выявлены статистически достоверные различия по этому параметру между исследованными группами.

С точки зрения теории адаптации, манипулятивное поведение зависимых может рассматриваться как малоадаптивная стратегия совладания с болезнью, направленная в основном на удовлетворение сиюминутных эгоистических устремлений и на решение актуальной в конкретный момент времени задачи наркотизации, но не решающая проблему прекращения употребления ПАВ (Зенцова, 2010). Для преодоления зависимости крайне важной составляющей психотерапии должна быть коррекция уровня макиавеллизма, его снижение за счет развития эмпатии, эмоционального и социального интеллекта, а также изменения смысло-жизненных ориентаций.

Полученные нами результаты принципиально соответствуют данным, приводимым рядом современных исследователей, однако в этих исследовательских работах не были освещены вопросы сравнительного анализа уровня выраженности макиавеллизма в различных группах пациентов, страдающих различными видами зависимости от ПАВ, в том числе наркотической и алкогольной.

Г. Крампен в своих исследованиях сравнил уровни генерализованных ожиданий лиц, зависимых от алкоголя (50 человек), и лиц, не употреблявших алкоголь (56 человек), определив, что уровень выраженности макиавеллизма у больных алкоголизмом достоверно выше, чем у условно здоровых лиц, не страдающих алкоголизмом (Humphrey, 2006).

Другое обширное исследование макиавеллианского интеллекта было посвящено вопросам определения степени выраженности его проявлений у пациентов, участвовавших в метадоновых программах (40 чел.), в сравнении с выраженностью его проявлений у условно здоровых лиц, вошедших в контрольную группу (26 чел.). Обе группы были обследованы при помощи опросника Клонинджера и шкалы МАК-4. Статистически достоверные более высокие оценки объединенной склонности к манипулятивному поведению были выявлены у 20 пациентов – участников метадоновой программы, в диагнозе которых присутствовало антисоциальное расстройство (Lyvers, Yakimoff, 2003).

В нашем исследовании впервые установлено, что по сравнению с контрольной группой лица, зависимые от героина и алкоголя, обладают более выраженным уровнем макиавеллизма. Проведён сравнительный анализ уровня макиавеллизма у пациентов с наркотической и алкогольной зависимостью. Манипулятивное поведение зависимых лиц имеет ярко выраженную эгоцентрическую направленность, отличается неэтичностью, пренебре-

жением к морали, патологической ложью и эмоциональной холодностью и в значительной степени опосредовано усугублением рецидивирующего заболевания (патологическое влечение, синдром лишения, психическая зависимость).

Показано, что склонность к манипулятивному поведению как проявление макиавеллианского интеллекта у лиц, зависимых от героина, и лиц, зависимых от алкоголя, может рассматриваться как соответствующая этапу течения заболевания, направленная на удовлетворение актуальных в данный момент влечений, малоадаптивная стратегия совладания с болезнью. Такая стратегия, ориентированная на удовлетворение патологической потребности в героине (алкоголе), не способствует принципиальному изменению позитивного отношения больного к злоупотреблению психоактивными веществами.

Литература

- Знаков В. В.* Методика исследования макиавеллизма личности / В. В. Знаков // М.: Смысл, 2001.
- Зенцова Н. И.* Особенности социального, эмоционального и макиавеллианского интеллекта у лиц, зависимых от алкоголя и героина // Четвертая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов: В 2 т. Томск, 22–26 июня 2010 г. Томск: Томский государственный университет, 2010. Т. 2. С. 274.
- Сирота Н. А., Ялтонский В. М.* Теоретические основы копинг-профилактики наркоманий как база для разработки практических превентивных программ // Вопросы наркологии. 1996. № 4. С. 59–67.
- Humphrey J. A.* Deviant behavior. New Jersey, 2006.
- Lyvers M., Yakimoff M.* Neuropsychological correlates of opioid dependence and withdrawal // Addict Behav. 2003. V. 28. № 3. P. 605–611.
- Patterson M. L.* The evolution of parallel process model of nonverbal communication // The social context of nonverbal behaviour / Eds. P. Philippot, R. S. Feldman, E. J. Coats. NY, 1998.

THE PROPENSITY FOR MANIPULATIVE BEHAVIOR AS A COMPONENT OF ANTISOCIAL SYNDROME COMMON FOR SUBSTANCE ABUSE DISORDER

ZENTSOVA N. I., Federal State Budgetary Institution «The national Scientific Center of Narcology of the Ministry of Health of the Russian Federation», Moscow

FEDOROVA S. S., Federal State Budgetary Institution «The national Scientific Center of Narcology of the Ministry of Health of the Russian Federation», Moscow

The article is devoted to the diagnosis of severity of Machiavellism (latent tendency to manipulate others to obtain personal gain) – personality traits included in syndrome of mental substance dependence. The research was based on Mach-IV scale adapted by V. Znakov and involved patients with alcohol and heroin addiction along with the subjects of a control group. The results obtained in the study showed statistically significantly higher level of propensity for manipulative behavior in patients with heroin and alcohol addiction in comparison with normal individuals. Furthermore, patients addicted to heroin have higher scores on the Mach IV scale than patients with alcohol addiction and control group.

Keywords: drug dependence syndrome and psychological disorders, manipulative behavior, Machiavellism, drug dependence, alcohol addiction.



Transliteration of the Russian references

Znakov V. V. Metodika issledovanija makiavellizma lichnosti / V. V. Znakov // M.: Smysl, 2001.

Zencova N. I. Osobennosti social'nogo, jemocional'nogo i makiavellianskogo intellekta u lic, zavisimyh ot alkogolja i geroina // Chetvertaja mezhdunarodnaja konferencija po kognitivnoj nauke: Tezisy dokladov: V 2 t. Tomsk, 22–26 ijunja 2010 g. Tomsk: Tomskij gosudarstvennyj universitet, 2010. T. 2. S. 274.

Sirota N. A., Jaltonskij V. M. Teoreticheskie osnovy koping-profilaktiki narkomanij kak baza dlja razrabotki prakticheskikh preventivnyh programm // Voprosy narkologii. 1996. № 4. S. 59–67.



ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕНИЯ ДОШКОЛЬНИКОВ В СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

КУЗНЕЦОВА О.О., СП «Отделение экстренной психологической помощи» ГБОУ «Центр психолого-медико-социального сопровождения «Взаимодействие», Москва

Настоящая работа посвящена вопросам изучения роли диалога в совместной деятельности дошкольников. Результаты исследования, проведенного на основании методики изучения особенностей речевого взаимодействия детей, позволили не только выделить и описать критерии оценки диалога, но также конкретизировать характеристики диалога и более детально рассмотреть его значение для развития совместной деятельности дошкольников.

Ключевые слова: дети дошкольного возраста, совместная деятельность, диалог, диалогические единства.

Общение выступает как одно из важнейших условий развития ребенка, формирования его личности. Дефицит общения приводит к снижению темпов развития речи и других психических процессов (Кучинский, 1981; Лисина, 1974). Существует и обратная зависимость – дефицитарность коммуникативных и коммуникативно-речевых средств приводит к резкому снижению уровня общения, ограничению социальных контактов и искажению межличностных отношений (Гаврилушкина, 2010). Возникающий коммуникативный дефицит приводит к нежелательным последствиям в виде доминирования собственных интересов и неумения учитывать содержательную линию поведения собеседника или игрового партнера.

Овладение диалогической речью – одна из главных задач речевого развития дошкольников. Диалогическая речь представляет собой особенно яркое проявление коммуникативной функции языка. Л. П. Якубинский (1986) представлял диалог как речевое взаимодействие, которое осмысливается в контексте человеческой деятельности как ее часть.

Главной особенностью диалога является чередование говорения одного собеседника с прослушиванием и последующим говорением другого. Устная диалогическая речь протекает в конкретной ситуации и сопровождается жестами, мимикой, интонацией. Речь в нем может быть неполной, сокращенной, иногда фрагментарной. Для диалога характерны следующие особенности: использование разговорной лексики и фразеологических оборотов; краткость, недоговоренность, обрывистость; простые и сложные бессоюзные предложения; кратковременное предварительное обдумывание. Для диалога типично использование шаблонов и клише, речевых стереотипов, устойчивых формул общения, привычных, часто употребляемых и как бы прикрепленных к определенным бытовым положениям и темам разговора (Якубинский, 1986).

Особую роль невербальных средств коммуникации в развитии диалогического общения отмечают многие исследователи: с помощью интонации говорящий может передать сложную гамму чувств. Интонация отличается богатством и разнообразием средств и выразительных возможностей, состоит из разных компонентов: мелодики, длительности, интенсивности, четкости произношения. Интонацию, одним из важнейших компонентов которой является темп речи, можно считать одним из основных средств, используемых для



выражения смысловых и синтаксических отношений между составными частями диалогического единства.

Своеобразие структуры реплик диалога выражается в используемых при подаче реплик специфических для диалогического единства конструкциях. Существует четко выраженное структурное противопоставление первой реплики последующим: первая реплика является исходной для диалогического единства, последующие реплики, представляя собой, как правило, синтаксически неразвернутые предложения, ориентируются на словесный и грамматический состав первой, дублируя ее особенности.

Отличительным признаком диалогического единства является его синтаксическая замкнутость, закрытость, заключающаяся в единстве, целостном сочетании лишь определенного количества реплик – двух, трех, четырех, реже большего числа; сочетающиеся реплики синтаксически не однотипны; существует строго определенный порядок расположения составных частей диалогического единства, структурно и словесно взаимосвязанных и взаимообусловленных.

Характерной чертой диалогической речи также являются реплики-повторы, не содержащие нового сообщения, представляющие собой реплику-реакцию, а не самостоятельную речевую единицу; реплики-повторы, будучи встроенными в диалог, однократно или многократно повторяют фрагменты исходной реплики либо без включения дополнительных лексических фрагментов, либо с включением таковых.

В научной литературе представлено большое количество исследований, посвященных обсуждению роли совместной деятельности в развитии диалогического общения и речи. Однако работы, посвященные вопросам развития диалога в совместной деятельности детей дошкольного возраста, изучению их поведения, особенностей взаимодействия и налаживания контактов, представлены в значительно меньшей степени. В последние годы предпринят ряд исследований, направленных на установление критериев и атрибутов совместной деятельности, ее средств: *коммуникация* и *рефлексия*, типов: *коакции* и *интеракции* (Юрьева, Шахнарович, 1993).

Актуальность такого рода исследований обуславливается не в последнюю очередь серьезной озабоченностью детских психологов, педагогов и родителей недостаточной способностью дошкольников взаимодействовать с партнерами по общению, фактическим вытеснением из жизни ребенка совместных ролевых игр. Ведь именно необходимость учета интересов партнеров по игре способствует развитию комплементарных отношений при осуществлении совместной игровой деятельности.

Особые условия создаются в процессе выполнения заданий продуктивного вида, существенным преимуществом которых является успешное становление навыков общения (Гаврилушкина, 2010; Крайнова, 1985; Пуртова, 1993). В рамках продуктивной деятельности происходит формирование реальных взаимоотношений между играющими детьми, а результатом такой деятельности является конкретный продукт – желание добиться успеха в его создании способствует повышению результативности общения. В то же время игровая и продуктивная деятельность создает оптимальные условия для общения.

Целью настоящей работы стало **экспериментальное изучение диалогической речи детей дошкольного возраста.**

Методика проведения: Испытуемые – дети дошкольного возраста – в паре выполняли сюжетные рисунки по образцу из русских народных сказок «Гуси-лебеди» и «Колобок», а



также из сказки «Айболит» К. И. Чуковского, при работе над которыми у детей не было выявлено графических трудностей. В эксперименте участвовали 10 пар детей 4–5 лет, 15 пар детей 5–6 лет, 13 пар детей 6–7 лет. Общее количество пар составило 38, общее число испытуемых, принявших участие в исследовании, – 76 чел.

Главное требование эксперимента по изучению особенностей развития диалогического общения дошкольников состояло в формировании у них потребности во взаимодействии с партнером, происходящем в ситуации наблюдения за взаимодействием детей. В протокол наблюдения записывались: запись диалога, адресованность реплик собеседнику, характеристика реплик, количество коммуникативных реплик и реплик, не направленных на общение.

Представим более подробный анализ полученных экспериментальных данных.

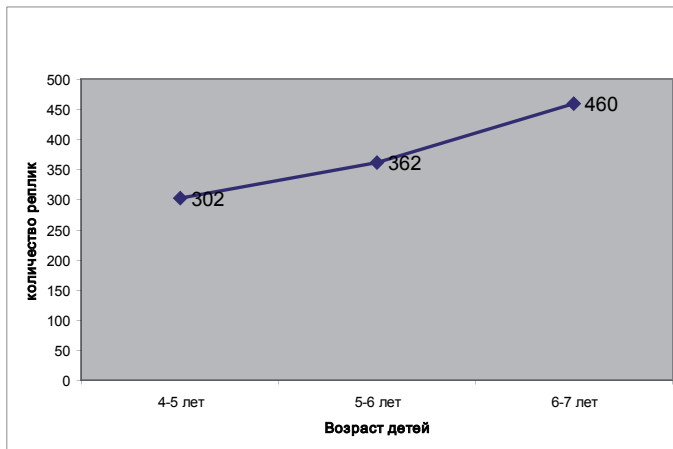


Рис. 1. Характеристика речевой активности по возрастам

Как показывает график на рис. 1, общее количество реплик возрастает с увеличением возраста детей: с 302 реплик в группе 4–5-летних детей до 362 реплик в группе детей 5–6 лет и далее до 460 реплик в группе детей 6–7 лет. Приведенные данные позволяют сделать вывод о том, что в процессе решения совместной задачи у детей старшего дошкольного возраста проявляются активное желание и заинтересованность в общении со сверстником, улучшается диалогическая речь, формируются навыки и способы подачи содержательных реплик, позволяющих успешно выстраивать диалоговое общение в деятельности по достижению совместного результата. Так, на пятом году жизни ведущими видами реплик-реакций являются реплики-сообщения и реплики-вопросы к сверстнику; реплик, побуждающих партнера к действию, не наблюдается. На шестом году жизни дети начинают более активно использовать неречевые средства общения, мимику, жесты, ведущими являются реплики-сообщения и реплики-вопросы к партнеру. На седьмом году жизни дети начинают соблюдать договоренности между собой, следят за качеством выполнения деятельности. Речевая активность возрастает за счет качественного и количественного изменения и увеличения числа реплик-реакций: наряду с преобладанием реплик-вопросов начинают появляться реплики-побуждения партнера к деятельности. Однако возрастание речевой активности не является критерием развивающейся продуктивности диалога, регулирующая функция которого на данном этапе развития ребенка еще не сформирована. Содер-



жание реплик отличается бедностью словарного запаса, часто повторяющимися речевыми оборотами и клише, отмечается использованием в речи коротких реплик, состоящих из 2–3 слов. (Например: «Вот так делай», «Дай зеленый»). Несмотря на то что к 6–7 годам число реплик увеличивается, их основные характеристики и содержательный компонент остаются прежними (Например: «Вот здесь собачку», «Что ты рисуешь?», «Я тигренка нарисую», «А я бегемотика»).

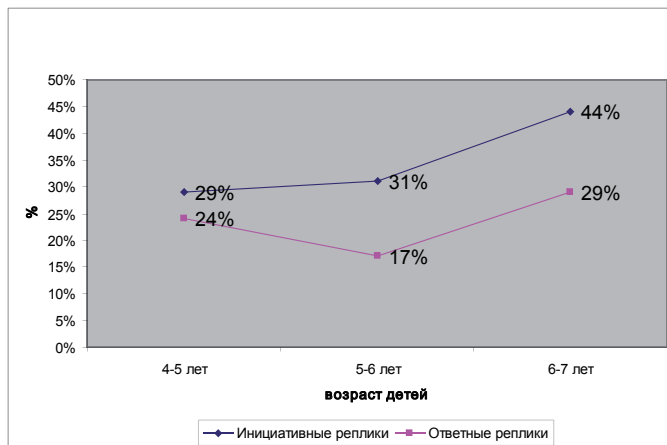


Рис. 2. Соотношение инициативных и ответных реплик (по возрастам)

Полученные данные, схематически представленные на рис. 2, свидетельствуют, что в диалогах дошкольников с возрастом наблюдается увеличение числа инициативных реплик с 29 % на пятом году жизни до 44 % на седьмом году жизни. Количество ответных реплик меняется: если на пятом году жизни число инициатирующих реплик незначительно выше числа реплик-ответов (24 %), то уже на шестом году жизни разница между числом инициативных реплик и реплик-ответов возрастает почти в два раза (17 %). На седьмом году жизни происходит дальнейшее возрастание количества ответных реплик (29 %). Рост инициативных реплик происходит за счет увеличения в речи дошкольников числа вопросов уточняющего характера, сообщений уточняющего характера и реплик-побуждений к действию. На шестом году жизни число ответных реплик уменьшается за счет появления и возрастания числа ответов-действий на предложения партнера по общению и более активного использования невербальных средств общения. В речи детей наблюдаются в основном «А-я» высказывания, функциональные реплики встречаются в значительно меньшей степени.

В то же время в речи детей наблюдалось большое количество «А-я» диалогов: согласно наблюдениям, их количество с 4 до 7 лет возросло почти в 2 раза – с 76 диалогов в группе детей четырех лет до 127 в группе детей пяти лет, до 118 в группе детей 7 лет; однако необходимо отметить, что число «А-я» диалогов в старшем дошкольном возрасте почти не изменялось. Примером такого рода высказываний могут служить следующие реплики: «Я буду рисовать усы», «Я небо хочу рисовать», «Я хочу нарисовать только голову, глаза и туловище».

На седьмом году жизни диалог приобретает регулирующую совместную деятельность функцию у 9 из 13 пар детей, что составляет 69 % общего числа участников исследования; 31 % испытуемых не смогли выполнить совместное задание и деятельность их распалась.



Полученные данные позволяют сделать вывод о недостаточной сформированности у дошкольников способности к использованию инициативных реплик, несмотря на проявляемый ими значительный интерес к партнеру по общению.

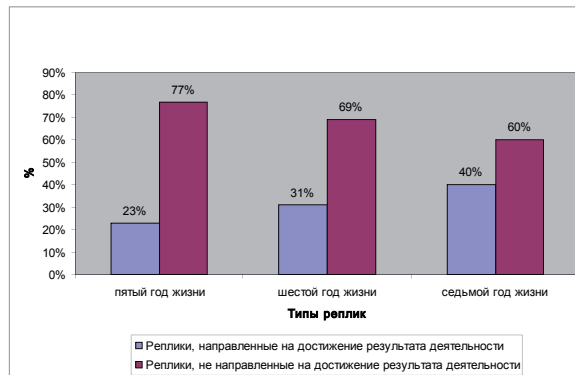


Рис. 3. Возрастная динамика использования инициативных реплик

На рисунке 3 наглядно представлена динамика роста количества продуктивных реплик, направленных на достижение общего результата совместной деятельности с пятого по седьмой год жизни. В то же время количество реплик, не направленных на достижение результата, с возрастом становится меньше, что позволяет сделать вывод о тенденции развития у детей понимания, что умение договориться помогает им достичь результата деятельности. Дошкольники активно вступают в общение, их речь становится регулятором совместной деятельности. Наиболее типичные реплики детей: «*Давай, я тебе буду говорить, а ты рисовать*», «*Зачем сюда убираешь? Лучше сюда клади*», «*А ты бабку нарисовала, дедку нарисуй*», «*Я сначала травку нарисую, потом цветы. А ты рисуй гуси-лебеди*».

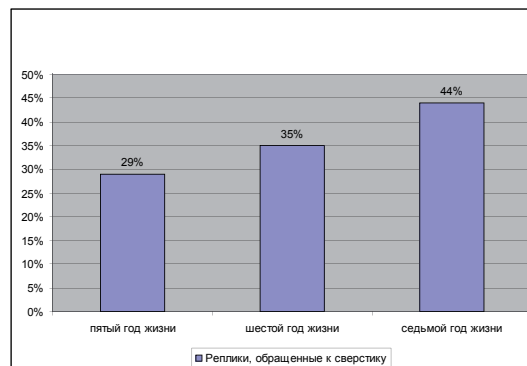


Рис. 4. Возрастная динамика использования реплик, адресованных к сверстнику

Анализируя полученные данные, следует отметить рост коммуникативной направленности реплик, возрастающее стремление ребенка к активному общению со сверстником, который начинает становиться партнером по общению (например: «*Дальше давай*», «*А так получится, что никого не нарисуешь, а то обида на меня будет*», «*Подожди, я землю буду рисовать!*») (рис. 4). Данный факт свидетельствует о появлении и развитии у детей са-



мостоятельной коммуникативной потребности, которая сохраняется даже в отсутствие специально организованного обучения. Однако способность к использованию коммуникативных средств для организации совместной деятельности у дошкольников еще недостаточно развита: так, в группе детей старшего дошкольного возраста наблюдается 56 % реплик, не направленных ни на сверстника как партнера по общению, ни на достижение результата.

Некоторые дети обращались к взрослому с просьбой о помощи или с комментариями своей деятельности. Количество таких обращений было равным для всех групп испытуемых и составило 3 % общего количества реплик. Часто дети запрашивали подтверждение правильности собственных действий со стороны экспериментатора либо жаловались на партнера по общению, что говорит о выраженной ориентации на взрослого и его оценку (например: «Он хочет розовым нарисовать», «Мне не нужна помощь! Я же сам всю картинку нарисовал!», «Мы все нарисовали», «Ваня ничего не рисовал»).

В речи дошкольников также можно выделить реплики, которые напрямую не относятся к заданию, однако отражают полученный познавательный опыт (рис. 5). Реплики, не направленные на достижение результата деятельности, часто отражают общие впечатления детей о процессе деятельности, их эмоции, размышления, воспоминания и касаются разговоров на отвлеченные темы, не относящиеся к обсуждению задания (например: «У меня вчера шкаф бабахнулся. Делали ремонт в комнате, а шкаф развалился от старости. Его меняют»). Функция такого рода реплик состоит в обмене информацией, но не в регуляции деятельности; к ним можно отнести и сообщения отвлеченного характера (например: «Я однажды смотрела мультик, как Баба-яга схватила брата и хотела сделать из него суп», «Почему Миши сегодня нет? Детей маловато!»). Кроме того, в диалоге встречались реплики, выполнявшие комментирующую функцию (например: «Вот так», «Правильно», «Теперь так»), количество которых колебалось в зависимости от возрастной группы испытуемых; основная функция такого рода реплик состояла в регуляции деятельности с точки зрения ее планирования.

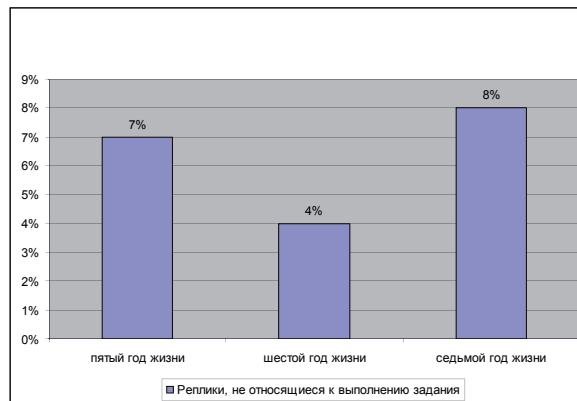


Рис. 5. Возрастная динамика использования реплик, не относящихся к выполнению задания

Число реплик такого рода остается незначительным по сравнению с общим количеством сообщений, однако возрастает к 7 годам, что, вероятно, вызвано дальнейшим развитием самостоятельной коммуникативной деятельности, которая связана, в том числе, с желанием и возросшей возможностью детей делиться собственными впечатлениями с частым отвлечением на посторонние темы.

Рассмотрим основные типы диалогических единств, наиболее часто используемых детьми (см. рис. 6).

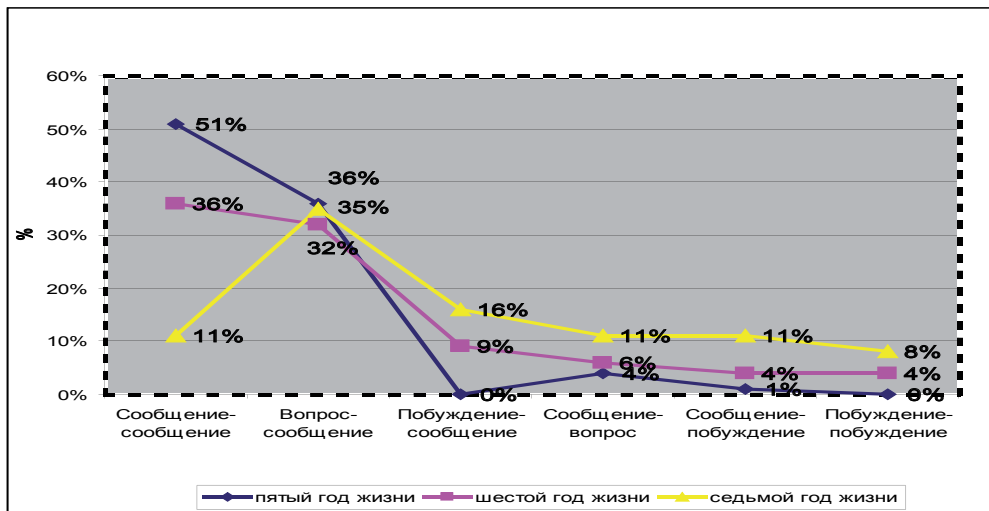


Рис. 6. Типы диалогических единств

Как известно, к коммуникативным высказываниям относятся адресованные к другому человеку сообщения, вопросы, отрицательные высказывания и др. В соответствии с полученными нами данными, на пятом году жизни появляются основные диалогические единства, такие как сообщение-сообщение, вопрос-сообщение.

Например:

1. Полина: Я пока травку нарисую (сообщение-сообщение).

Кристина: А я людей нарисую.

2. Ева: Я рисую звездочки (сообщение-сообщение).

Надя: Я тоже рисую звездочки.

3. К. С.: Чего ты рисуешь? (вопрос-сообщение)

Н. Г.: Я рисую собачку.

4. М. Ч.: Можно собаку?

А. Е.: Вот это вторая собака.

Значительно реже встречаются такие диалогические единства, как побуждение-сообщение, сообщение-вопрос, сообщение-побуждение, побуждение-побуждение. Таким образом, дети на данном этапе овладевают построением наиболее типичных диалогических единств. Происходит постепенное овладение наиболее редко встречающимися диалогическими единствами. В данном возрасте ребенок старается представить, презентовать окружающим в первую очередь самого себя, в то время как сверстник не является значимой фигурой. Поэтому вопросы, которые задает ребенок, чаще всего касаются либо уточнения полученной информации, либо непонимания предложенного взрослым задания, либо проявления ребенком неуверенности в собственных действиях.

На шестом году жизни в речи уменьшается количество диалогических единств сообщение-сообщение, вопрос-сообщение, появляются новые типы диалогических единств: побуждение-сообщение, сообщение-вопрос, сообщение-побуждение, побуждение-побуждение.



Например:

1. Н.Г.: *Попробуй, нарисуй собачку (побуждение-сообщение).*

К.С.: *Ладно, нарисую.*

2. Ева: *Ты рисуешь вот тут веревку. Я рисую звездочки (побуждение-сообщение).*

Надя: *Ладно.*

3. Леша: *А я лебедя нарисую! (побуждение-побуждение).*

Костя.: *Рисуй!*

4. А.Т.: *Давай, я нарисую ретку! (побуждение-побуждение).*

С.Ж.: *Дай, я нарисую!*

Далее появляются ответы в виде вопроса, оценка действий партнера, предложение помочь. На шестом году жизни возникает планирование деятельности, предложения побудительного характера, возникновение пошагового замысла.

Необходимо отметить, что на седьмом году жизни при еще более значительном снижении числа диалогических единств сообщение-сообщение и таком же количестве диалогических единств вопрос-сообщение, произошло увеличение следующих диалогических единств: побуждение-сообщение, сообщение-вопрос, сообщение-побуждение, побуждение-побуждение. Появился новый тип диалогических единств – отрицание-побуждение.

Например:

1. Герман: *Я не могу (отрицание-побуждение)*

Салима.: *Это очень трудно, бери карандаш!*

2. Денис: *У меня не получится нарисовать тигру (отрицание-побуждение).*

Илья: *А ты постарайся! (сообщение-побуждение)*

Полученные результаты свидетельствуют о возрастающем понимании детьми седьмого года жизни необходимости использования речи для выполнения совместной деятельности, построения конструктивного диалога, ведущего к достижению результата. В данном возрасте используются все виды диалогических единств.

Происходит дальнейшее отступление от «А-я диалога», речь начинает выполнять регулятивную функцию. На седьмом году жизни у ребенка появляется ориентированность на сверстника, улучшается овладение речевыми средствами, что позволяет регулировать выполнение задания с помощью более четких инструкций и конкретных вопросов.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать следующие **выводы**.

1. В возрасте 7 лет возрастает речевая активность ребенка за счет увеличения числа инициативных реплик, преобладающих над простыми ответами, а также увеличения числа коммуникативных реплик.

2. Динамика развития речевых способностей ребенка на протяжении дошкольного возраста характеризуется двухкратным возрастанием количества продуктивных реплик, направленных на достижение результата, а также значительным уменьшением количества реплик, к нему не относящихся.

3. В возрастной период с 5 до 7 лет в речи дошкольников заметно увеличивается число реплик, адресованных сверстнику, однако сохраняется небольшой процент реплик, не относящихся к выполнению задания.

4. Речь дошкольников состоит из простых и наиболее распространенных диалогических единств, при этом количество используемых диалогических единств зависит, с нашей



точки зрения, не от возраста, а от умения детей договариваться друг с другом в процессе выполнения совместной деятельности.

В речи дошкольников наиболее часто присутствуют такие диалогические единства, как сообщение-сообщение и вопрос-сообщение. В небольшом количестве оказались диалогические единства: сообщения-побуждения, сообщение-вопрос. Выявились диалогические единства, которые встречались очень редко: сообщение-побуждение, побуждение-побуждение.

Таким образом, большой разброс полученных в исследовании данных развития речевой активности детей с 4 до 7 лет может свидетельствовать о недостаточном развитии регулятивной функции речи, способной обеспечить выполнение и планирование совместной деятельности и достижение результата. Практические рекомендации для проведения психологической и педагогической работы с детьми дошкольного возраста состоят в необходимости учета условий осуществления совместной деятельности дошкольниками, в создании условий для развития диалогической речи в процессе игровой деятельности путем организации предметно-практического взаимодействия в играх с песком, водой и другими материалами.

Литература

- Гаврилушкина О. П.* Социальное взаимодействие современных дошкольников и проблема инклюзивного и интегрированного обучения: Материалы городской межвузовской науч.-практ. конф. «Равные возможности – новые перспективы». М., 2010.
- Крайнова Л. В.* Формирование нравственной активности у детей старшего дошкольного возраста в совместной продуктивной деятельности: Автореф. дисс. ... канд. пед. наук. М., 1985.
- Кучинский Г. М.* Диалог в процессе совместного решения мыслительных задач // Вопросы психологии. М., 1981.
- Лисина М. И.* Общение и его влияние на развитие психики дошкольника. М., 1974.
- Пуртова Т. В.* Педагогические условия формирования произвольности в общении у детей дошкольного возраста: Дисс ... канд. пед. наук. М., 1993.
- Юрева Н. М., Шахнарович А. М.* Проблемы психолингвистики: Учеб. пособие. М., 1993.
- Якубинский Л. П.* Язык и его функционирование / Под ред. А. А. Леонтьева. М., 1986.

THE STUDY OF COMMUNICATION OF CHILDREN OF PRESCHOOL AGE IN JOINT ACTIVITY

KUZNETSOVA O. O., *Structural Unit of the Center of psychological-medical-social support for children «Interaction», Moscow*

The present work is devoted to the study of the role of dialogue in the joint activity of preschoolers. Results of the research, conducted on the basis of the method of studying the peculiarities of speech interaction of children, have allowed not only to identify and to describe the criteria of evaluation of the dialogue, but also to specify the characteristics of dialogue and to consider in detail its important influence on the development of joint activities of children of preschool age.

Keywords: children of preschool age, joint activity, dialogue, dialogical unities.



Transliteration of the Russian references

Gavrilushkina O.P. Social'noe vzaimodejstvie sovremennyh doshkol'nikov i problema inkluzivnogo i integrirovannogo obuchenija: Materialy gorodskoj mezhvuzovskoj nauch.-prakt. konf. «Ravnye vozmozhnosti – novye perspektivy». M., 2010.

Krajnova L. V. Formirovanie nravstvennoj aktivnosti u detej starshego doshkol'nogo vozrasta v sovmestnoj produktivnoj dejatel'nosti: Avtoref. diss. ... kand. ped. nauk. M., 1985.

Kuchinskij G.M. Dialog v processe sovmestnogo reshenija myslitel'nyh zadach // Voprosy psihologii. M., 1981.

Lisina M.I. Obshhenie i ego vlijanie na razvitie psihiki doshkol'nika. M., 1974.

Purtova T. V. Pedagogicheskie usloviya formirovanij proizvol'nosti v obshhenii u detej doshkol'nogo vozrasta: Diss ... kand. ped. nauk. M., 1993.

Jur'eva N.M., Shahnarovich A.M. Problemy psiholingvistiki: Ucheb. posobie. M., 1993.

Jakubinskij L. P. Jazyk i ego funkcionirovanie / Pod red. A. A. Leont'eva. M., 1986.



МОДИФИКАЦИЯ ПЛАНА РАЗВЕРТКИ СХЕМЫ СОБСТВЕННОГО ТЕЛА В ПРОЦЕССЕ НАУЧЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ НА НАХОЖДЕНИЕ ОБХОДНОГО ПУТИ У УЛИТОК ВИДА *ACHATINA FULICA*¹

ХВАТОВ И.А., Московский гуманитарный университет, Москва

ХАРИТОНОВ А.Н., Институт психологии РАН, Центр экспериментальной психологии МГППУ, Москва

В статье описывается экспериментальное исследование специфики восприятия своего тела улитками *Achatina fulica* на материале их поведения в экспериментальной установке, сконструированной в соответствии с методическим приемом «Обходной путь». Результаты исследования свидетельствуют о способности улиток для решения поставленной задачи модифицировать посредством научения план развертки собственного тела, что выражается в сокращении времени решения данной задачи, а также в качественном изменении способа поведения внутри экспериментальной установки. Данный факт объясняется детерминированностью самоотражения улиток инстинктивными механизмами, обеспечивающими развитие способности к гибкому приспособлению к конкретным экспериментальным условиям, в связи с чем у улиток не возникает необходимости формировать длительно сохраняющиеся навыки. Однако следы сформированного научения сохраняются в памяти моллюсков как минимум 10 суток, что подтверждается последующим быстрым формированием того же навыка в аналогичных условиях повторной экспериментальной серии.

Ключевые слова: психическое отражение, самоотражение, отражение внешней среды, филогенез психики, моллюски, улитка.

Изучение специфики самоотражения животных разных таксономических групп является перспективной задачей зоопсихологии и сравнительной психологии. За последние несколько лет авторами настоящей статьи был проведен ряд эмпирических исследований, позволивших выявить особенности самоотражения² различных позвоночных и беспозвоночных (Филиппова, Хватов, 2011; Хватов, 2010а; 2010б; 2011а; 2011б; Хватов, Харитонов, 2012). В частности, в результате исследования представителей семейства легочных брюхоногих моллюсков – улиток-ахатинид вида *Achatina fulica* – было установлено, что эти животные способны отражать физические границы и размеры наружной мягкой части собственного тела (ноги и головы) и учитывать их при ориентации во внешнем пространстве, но не способны учитывать физические границы и размеры собственной раковины (Хватов, Харитонов, 2012). Результаты анализа полученных в ходе эксперимента данных свидетельствовали об отсутствии сколь-нибудь заметных признаков выработки улитками навыка учета физических границ собственной раковины, а следовательно, об отсутствии у них способности к модификации содержания самоотражения. Подобный результат связан, с нашей точки зрения, с условиями эксперимента: временной интервал между экспериментальными

¹ Исследование поддержано грантом Президента Российской Федерации № МК-2816.2012.6.

² Под самоотражением мы понимаем процесс и результат отражения субъектом своей внутренней объективной реальности: характеристик своего организма – в контексте данного исследования речь будет идти о размерах и границах собственного тела (Хватов, 2010а).



ми пробами, проведенными с каждым отдельным животным, был довольно большим (две пробы в неделю).

Между тем, существует немало свидетельств способности брюхоногих моллюсков к научению. Самой простой формой последнего следует считать привыкание: ослабление ответной реакции на ритмическую тактильную стимуляцию у улиток семейства гелицид – *Helix pomatia* (Балабан, Захаров, 1992) и *H. albilabris* при ритмическом покачивании (Шовен, 2009), а также привыкание и предпочтение определенного вида пищи у *A. fulica* (Chase, Croll, Zeichner, 1980), виноградной улитки *H. pomatia* (Тейке, 1995) и прудовика обыкновенного *Lymnaea stagnalis* (Бондаренко, Боричева, 2002).

Более сложной формой является ассоциативное научение, способность к которому была исследована: у виноградной улитки *H. pomatia* посредством проверки способности к выработке оборонительной реакции в ответ на пищевой раздражитель (Балабан, Захаров, 1992); у улиток-физ вида *Physa gyrina* – посредством проверки способности совершать жевательные движения в ответ на прикосновения (Шовен, 2009); у слизней *Limax maximus* – посредством проверки способности к модификации пищевых предпочтений при негативной стимуляции горького вкуса сульфата хинидина (Sahley, Gelperin, Rudy, 1981).

Улитки *A. fulica* могут запоминать расположение источников пищи и возвращаться к ним. Молодые особи более подвижны и преодолевают большие расстояния в течение дня, а также способны к дальним миграциям. Обычно для отдыха в одно и то же место они не возвращаются. У старых же улиток, напротив, имеется место, где они предпочитают отдыхать и откуда выходят на поиски питания, не удаляясь от него более чем на 5 метров. При переносе улитки в место отдыха другой особи *A. fulica* (в пределах 30 метров) она всё равно возвращается к своему прежнему месту обитания (Tomiyama, 1992). При возвращении в место своего обитания (хоуминге), а также при ориентации во внешнем пространстве в целом улитки способны определять направление движения по слизи, оставленной при перемещении другими представителями своей популяции, что позволяет им быстрее находить правильный маршрут (Rollo, Wellington, 1981). Более детальное изучение феномена хоуминга было проведено также в исследованиях поведенческих реакций морских брюхоногих моллюсков приливно-отливной зоны – блюдечек *Patella granularis* (Шовен, 2009).

Отдельного внимания заслуживают исследования способности к научению моллюсков ориентироваться в лабиринте. В частности, Гарт и Митчелл (Garth, Mitchell, 1926) сформировали у хищной сухопутной улитки *Rumina decollata* навык прохождения Т-образного лабиринта, основными признаками выработки которого являлись: сокращение времени решения экспериментальной задачи, уменьшение количества ошибок, а также выпрямление траектории движения моллюска в лабиринте. В качестве стимуляции использовался дневной и электрический свет (данный вид улиток характеризуется отрицательным фототаксисом), в качестве отрицательного подкрепления – воздействие нагретой проволокой.

Исследования координации движений моллюсков (в частности, ее психофизиологической регуляции) были проведены главным образом на материале изучения поведения головоногих – наиболее высокоорганизованных представителей этой группы, и в первую очередь, осьминогов. Данный вид головоногих обладает сложно устроенными эффекторными органами, позволяющими осуществлять тонкие локомоторные и манипуляционные операции (Рупперт и др., 2008). Регуляция моторики этих головоногих имеет сложную иерархическую организацию, мозг интегрирует огромное количество тактильных и визуальных



сигналов (Zullo et al., 2009). Осьминоги, обладая, казалось бы, неограниченным числом степеней свободы в движениях щупальцами, для выполнения отдельных операций способны создавать квазисочлененные конструкции, подобные конечностям позвоночных (Sumbre et al., 2006). Однако результаты других исследований показали, что осьминоги способны проникать отдельным щупальцем в лабиринт, состоящий из трех отсеков и крепящийся сверху на их аквариум, и доставать приманку, находящуюся в одном из отсеков. Авторы данного исследования предположили, что животные осуществляли регуляцию собственных движений с помощью обработки зрительной информации (Gutnick et al., 2011).

Подводя итог вышеизложенному, можно сделать вывод о целесообразности дальнейшего более детального исследования способности брюхоногих моллюсков модифицировать самоотражение (схему собственного тела) посредством научения. Результаты проведенных нами ранее исследований указывают на наличие у улиток вида *A. fulica* способности к изменению конфигурации мягкого тела при решении задачи проникновения в отверстия разного размера (Хватов, Харитонов, 2012). Наличие такой способности служит основанием для экспериментального исследования самоотражения брюхоногих моллюсков в условиях необходимости гибкой регуляции конфигурации тела при решении более сложных и разнотипных задач.

Таким образом, цель настоящего исследования состоит в выявлении способности улитки вида *Achatina fulica* модифицировать план развертки схемы собственного тела в процессе научения при решении задачи на нахождение обходного пути.

Методика экспериментального исследования

Характеристики экспериментальных животных: 40 улиток вида *A. fulica*, высота раковины 30–35 мм; особи содержались отдельно друг от друга (для исключения возможности их взаимовлияния как побочной переменной).

Оборудование. В соответствии с основной задачей исследования, заключающейся в изучении способности улитки двигать именно мягкой частью собственного тела для достижения приманки, были созданы такие экспериментальные условия, которые ограничивали свободу локомоции улитки, направленную на перемещение всего тела. Пусковая камера 75×45 мм была сконструирована таким образом, чтобы выходное отверстие в виде щели высотой 15 мм и шириной 45 мм могло бы пропустить лишь мягкую часть тела моллюска (голова и нога), но не раковину. Сразу за выходным отверстием на расстоянии 20 мм от камеры располагалась преграда в виде металлической сетки с отверстиями диаметром 0,5 мм, за которой помещалась приманка (кусочек огурца). Запах приманки свободно проникал через отверстия в сетке (при пищевом поведении улитки ориентируются на вкус и запах объекта) – то есть само устройство экспериментальной установки предполагало, что для решения задачи (достижения приманки) улитки должны были бы обогнуть преграду таким образом, чтобы при перемещении тела в сторону приманки их раковина не покидала пусковой камеры.

Фиксируемые показатели. В качестве независимой переменной выступала преграда из сетки, отделявшая животных от приманки. В качестве зависимых переменных выступали: а) время решения экспериментальной задачи (от момента помещения испытуемого внутрь пусковой камеры до достижения приманки), б) виды двигательных операций, совершаемых улитками внутри экспериментальной установки, на основании сочетаний которых были далее составлены этограммы.



План эксперимента. В соответствии с целями и задачами эксперимента из всей выборки улиток нами было выделено две группы: экспериментальная – 30 улиток, в экспериментальной установке которых наличествовала преграда из сетки; контрольная выборка – 10 улиток, в экспериментальной установке которых отсутствовала преграда из сетки. Сравнительный анализ результатов выполнения экспериментального задания в двух группах животных позволяет установить влияние независимой переменной на поведение испытуемых, а также ответить на вопрос, насколько быстро моллюски способны решить экспериментальную задачу при отсутствии преграды.

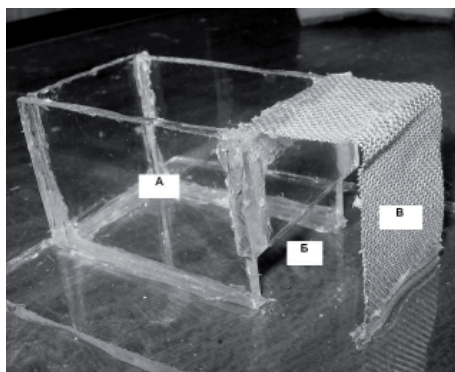


Рис. 1, а. Фотография экспериментальной установки (крышка, закрывающая пусковую камеру снята): а – пусковая камера, б – щелевое отверстие в стенке пусковой камеры, в – преграда из сетки

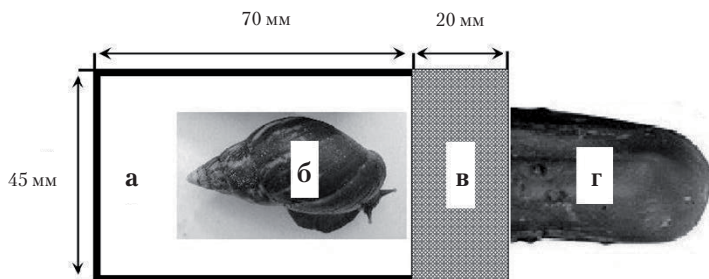


Рис 1, б. Схема экспериментальной установки (вид сверху): а – пусковая камера, б – улитка, в – преграда из сетки, г – приманка

Исследование процесса научения предполагает в первую очередь выявление динамики изменения фиксируемых показателей: времени решения экспериментальной задачи и поведенческой активности животных из обеих выборок. В качестве **эмпирического критерия**, подтверждающего факт научения, выступили достоверные показатели сокращения времени решения задачи и упрощение схемы поведения (этограммы) у животных экспериментальной выборки к концу эксперимента по сравнению с его началом.

Каждая улитка участвовала в 30 экспериментальных пробах. Пробы шли сразу одна за другой в течение одного дня. Перед началом эксперимента для обеспечения необходимой мотивации животные подвергались пищевой депривации: животных не кормили 10 суток. Кроме того, в случае положительного результата – формирования у животных навыка



нахождения обходного пути – предполагалось проведение дополнительной состоящей из 30 проб экспериментальной серии с теми же животными спустя десять суток для уточнения вопроса о том, сохраняется ли у них ранее сформированный навык.

Результаты анализа временных показателей решения экспериментальной задачи

Общая динамика временных интервалов решения экспериментальной задачи животными экспериментальной и контрольной групп представлена на рис. 2.

Как видно из графика, у испытуемых экспериментальной выборки время решения экспериментальной задачи резко сокращается от 1-й пробы (в среднем 27,5 мин., $SD=8,4$) к 12-й (в среднем 8 мин., $SD=4,2$), затем темп сокращения временных интервалов снижается и к 30 пробе время решения экспериментальной задачи в среднем составляет 4,3 мин. ($SD=2,8$).

С помощью ANOVA Фридмана была выполнена проверка нулевой статистической гипотезы (**H₀**) об отсутствии достоверных отличий между эмпирическими распределениями временных интервалов, затраченных испытуемыми экспериментальной выборки на решение экспериментальной задачи, на каждой из 30 проб. Полученные результаты – ANOVA $\chi^2=395,8589$ $p<0,01$ ($N=30$, $df=29$) – привели к отвержению нулевой гипотезы **H₀** и принятию гипотезы **H₁**: эмпирические распределения значений времени, затраченного животными экспериментальной группы на выполнение каждой из 30 проб, достоверно отличаются друг от друга.

Что касается контрольной выборки, то, как видно из графика на рис. 2, на протяжении всего эксперимента время решения экспериментальной задачи практически не изменялось: 1-я проба – среднее время 2,5 мин. ($SD=0,6$), 15-я проба – среднее время 2,4 мин. ($SD=0,5$), 30-я проба – среднее время 2,4 мин. ($SD=0,6$).



Рис. 2. Среднее время, затраченное испытуемыми обеих выборок, на решение экспериментальной задачи в 30 экспериментальных пробах

С помощью ANOVA Фридмана была выполнена проверка нулевой статистической гипотезы (**H₀**) об отсутствии достоверных отличий между эмпирическими распределениями значений времени, затраченного животными контрольной выборки на решение экспериментальной задачи, на каждой из 30 проб. Результат ANOVA $\chi^2=12,52534$ $p=0,99$ ($N=30$, $df=29$) свидетельствует, что гипотеза **H₀** подтвердилась.



Далее с помощью критерия χ^2 была выполнена проверка нулевой статистической гипотезы (**H₀**) об отсутствии достоверных отличий между эмпирическими распределениями средних значений времени, затрачиваемого на решение экспериментальной задачи животными экспериментальной и контрольной выборок. Полученный результат $\chi^2=1060,046$ $p<0,01$ ($df=29$) привел к отвержению гипотезы **H₀** и принятию **H₁**: эмпирические распределения средних значений времени, затрачиваемого на решение экспериментальной задачи животными экспериментальной и контрольной выборок, достоверно отличаются друг от друга.

Была также проведена дополнительная экспериментальная серия из 30 проб с животными экспериментальной группы спустя 10 дней после первой серии; дополнительная серия была проведена с целью проверки способности улиток сохранить ранее сформированный навык. Результаты приведены на рис. 3.



Рис. 3. Среднее время, затраченное испытуемыми экспериментальной выборки, на решение экспериментальной задачи в 30 экспериментальных пробах в первой и второй экспериментальных сериях

Как видно из графиков, начало второй серии характеризуется снижением средних показателей времени, затраченного животными экспериментальной группы на выполнение задачи, по сравнению с теми же показателями первой серии. Усредненные результаты по 30 испытуемым в первой пробе: серия 1 – 27,5 мин. ($SD=8,4$), серия 2 – 16,5 мин. ($SD=3,2$). Во второй серии также наблюдается динамика быстрого снижения времени решения экспериментальной задачи, а после 15-й пробы в обеих сериях эксперимента происходит уравнивание показателей времени решения задачи, о чем свидетельствуют усредненные результаты по 30 испытуемым: так, в 15-й пробе: серия 1 – 6,6 мин. ($SD=3,1$), серия 2 – 5,8 мин. ($SD=1,6$); в 30-й пробе: серия 1 – 4,3 мин. ($SD=2,8$), серия 2 – 4,5 мин. ($SD=2$).

С помощью критерия χ^2 была выполнена проверка нулевой статистической гипотезы **H₀** об отсутствии достоверных отличий между эмпирическими распределениями среднего значения времени, затраченного на решение задачи поиска обходного пути животными экспериментальной выборки в первой и второй экспериментальных сериях. Результат: $\chi^2=46,00448$ $p=0,02$ ($df=29$). Таким образом, **H₀** была отвергнута. Однако и гипотеза о наличии достоверных отличий **H₁** также не могла быть принята, поскольку значения критерия попадали в зону неопределенности.



В связи с тем, что основные отличия показателей между двумя экспериментальными сериями приходились на первые 15 проб, мы отдельно сопоставили между собой эмпирические распределения средних значений времени, затраченного на решение задачи поиска обходного пути животными экспериментальной выборки, в первой половине (пробы с 1-й по 15-ю) обеих экспериментальных серий и во второй их половине (пробы с 16-й по 30-ю). Результаты сравнения временных показателей в пробах с 1-й по 15-ю обеих экспериментальных серий: $\chi^2=44,05916$ $p<0,01$ ($df=14$) свидетельствуют в пользу принятия гипотезы **H1**: эмпирические распределения средних значений времени решения задачи в первых 15 пробах обеих экспериментальных серий достоверно отличаются друг от друга. Результаты по второй половине двух экспериментальных серий: $\chi^2=1,945313$ $p=0,99$ ($df=14$) – свидетельствуют в пользу принятия гипотезы **H0**: достоверные отличия между двумя экспериментальными сериями в средних значениях времени, затраченного на решение задачи поиска обходного пути, в последних 15 пробах отсутствуют.

Поведенческая активность улиток

Все многообразие поведенческой активности животных экспериментальной выборки было обобщено в несколько основных видов движений (двигательных операций); затем на основании специфики сочетаний выделенных видов движений были составлены этограммы животных. Для демонстрации качественных изменений в поведении улиток при решении задачи поиска обходного пути были сопоставлены между собой показатели поведенческой активности животных в первых пяти и последних пяти пробах первой экспериментальной серии. Предварительно отметим, что классификации подвергались только формы поведенческой активности животных за пределами пусковой камеры; поведение внутри камеры было описано в общих чертах и затем включено в итоговый анализ.

Первым движением, совершаемым всеми животными, являлся **выход из пусковой камеры** – проникновение головой и ногой в щелевое отверстие. После этого чаще всего (в 86 % случаев за первые пять проб с животными экспериментальной группы, рис. 4) моллюски двигались напрямую к приманке и упирались в сетку (**контакт с сеткой**): они прижимались к сетке, совершали «жевательные движения» радулой, проникали щупальцами в отверстия в сетке. Лишь в 5 % случаев улитки направлялись непосредственно к приманке, огибая сетку мягким телом (**достижение приманки**). Кроме того, в 9 % случаев сразу после выхода из пусковой камеры животные **вытягивали голову вверх** (сюда же относились случаи, когда они проникали в щелевое отверстие в перевернутом состоянии, заполняя туда с потолка пусковой камеры через переднюю стенку).

После контакта с сеткой и тщетных попыток добраться до приманки сквозь нее в большинстве случаев (67 % случаев) улитки втягивали тело обратно (**втягивание тела** – рис. 5), т. е. возвращались обратно в пусковую камеру, где затем совершали различные движения – чаще всего улитки двигались по кругу (по полу, по стенам или же по полу и по потолку) внутри камеры и затем снова проникали в щелевое отверстие. Аналогичное поведение наблюдалось и в случаях, когда улитки после выхода из пусковой камеры сразу вытягивали голову вверх – в 83 % случаев они затем втягивали тело, а также и в случаях, когда после контакта с сеткой моллюски вытягивали голову вверх, прижимая тело к сетке (10 % случаев): после этого они в 86 % случаев втягивали тело обратно.



Рис. 4. Этограмма улиток экспериментальной выборки на первых пяти пробах первой экспериментальной серии

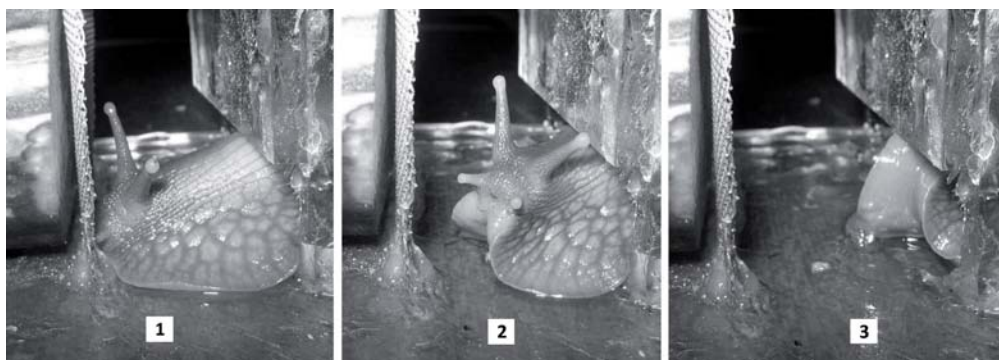


Рис. 5. Операция «Вытягивание тела в раковину» после контакта с сеткой

В 23 % случаев после контакта с сеткой животные **двигались вправо или влево вдоль сетки** (соприкасаясь с ней) **к ее краю**, т. е. двигались по обходному пути к приманке (рис. 6), однако даже и после этого в 30 % случаев моллюски вытягивали тело назад, однако в 70 % случаев они достигали приманки.

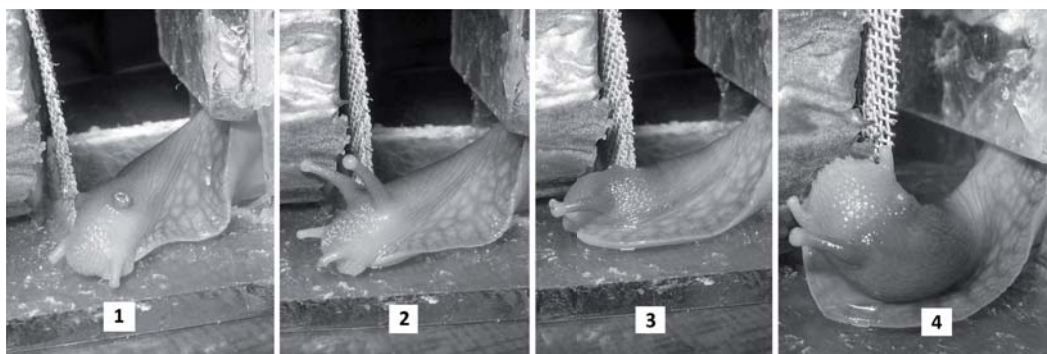


Рис. 6. Операции «Движение вдоль сетки к ее краю» и «Достижение приманки»



Сравним далее вышеописанное поведение улиток экспериментальной группы в первых пяти пробах первой экспериментальной серии с поведением этих же улиток в последних пяти пробах (с 26-й по 30-ю) первой экспериментальной серии. Этограмма улиток на последних пяти пробах изображена на рис. 7.

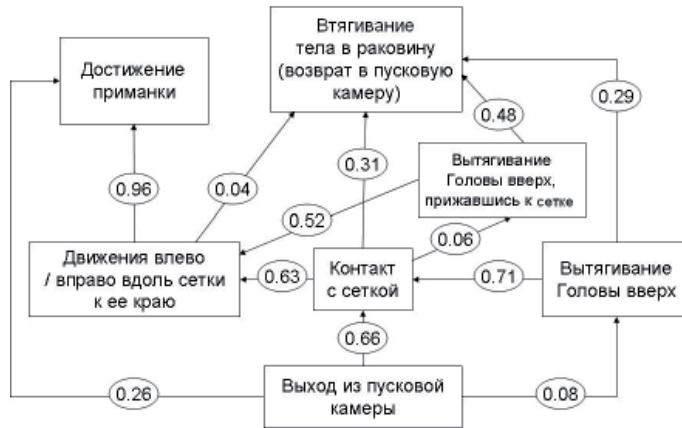


Рис. 7. Этограмма улиток экспериментальной выборки на последних пяти пробах первой экспериментальной серии

Как видно из схемы, к концу экспериментальной серии поведение животных существенно меняется. Во-первых, увеличивается количество прямых движений по обходному пути к приманке даже без соприкосновения с сеткой: в 26 % случаев против 5 % в первых 5 пробах. Во-вторых, количество обходных движений, следующих за контактом с сеткой, также возрастает: 63 % случаев против 23 % в первых 5 пробах. В-третьих, в целом уменьшается доля обратных вытягиваний тела, следующих за различными другими операциями: после вытягивания головы вверх (29 % случаев в конце экспериментальной серии против 83 % в начале), после контакта с сеткой (31 % случаев в конце против 67 % в начале), после вытягивания головы вверх в положении «прижавшись к сетке» (48 % случаев в конце против 86 % в начале), после движений вдоль сетки к ее краю (4 % случаев в конце против 30 % в начале).

Далее с применением критерия χ^2 проверялась нулевая статистическая гипотеза H_0 об отсутствии достоверных отличий между распределениями количества двигательных операций, следующих за выходом из пусковой камеры (достижение приманки, контакт с сеткой, вытягивание головы вверх) у животных экспериментальной группы в первых пяти пробах (с 1-й по 5-ю) и последних пяти (с 26-й по 30-ю) пробах первой экспериментальной серии. Результаты (рис. 8) $\chi^2=7588,293$ $p<0,01$ ($df=2$) свидетельствовали против гипотезы H_0 и принятия как подтвержденной обратной ей гипотезы H_1 : распределения количества двигательных операций, следующих за выходом из пусковой камеры, у животных экспериментальной группы в первых пяти пробах и последних пяти пробах первой экспериментальной серии достоверно отличаются друг от друга.

Затем с использованием критерия χ^2 была проверена нулевая статистическая гипотеза H_0 об отсутствии достоверных отличий между распределениями количества двигательных операций, следующих за контактом с сеткой (вытягивание головы вверх, прижавшись к сетке, сворачивание тела в раковину, движение вдоль сетки к ее краю) у животных экспериментальной группы в первых пяти пробах (с 1-й по 5-ю) и последних пяти (с 26-й по 30-ю) про-



бах первой экспериментальной серии. Результаты (рис. 9) – $\chi^2=13968,44 p<0,01 (df=2)$ – указывают на то, что гипотеза **Н0** не нашла подтверждения, в связи с чем принимается гипотеза **Н1**: распределения количества двигательных операций, следующих за выходом из пусковой камеры, у животных экспериментальной группы в первых пяти пробах и последних пяти пробах первой экспериментальной серии достоверно отличаются друг от друга.

Следует отдельно отметить, что на более поздних этапах эксперимента улитки решали экспериментальную задачу с помощью меньшего числа двигательных операций, т. е. их поведение упрощалось.

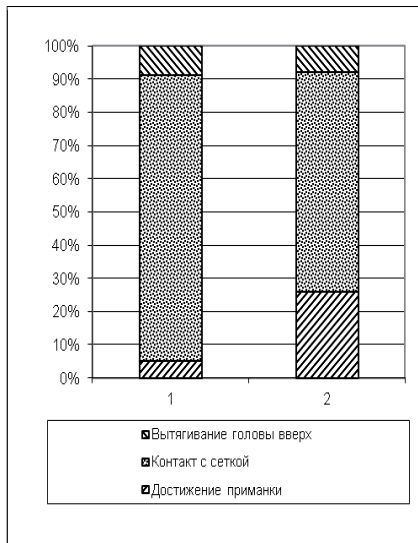


Рис. 8. Суммарное количество двигательных операций всех испытуемых экспериментальной выборки (обозначены числами в гистограмме) в 1-й экспериментальной серии, совершенных после выхода из пусковой камеры: 1 – пробы с 1-й по 5-ю; 2 – пробы с 26-й по 30-ю

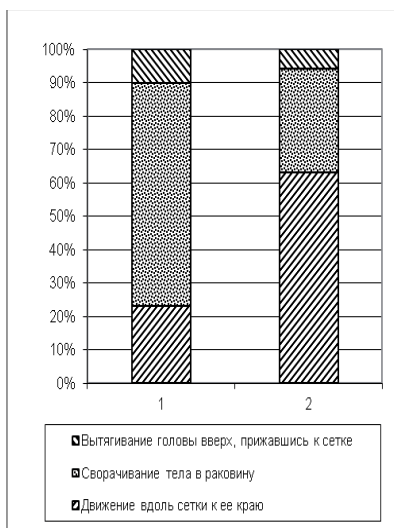


Рис. 9. Суммарное количество двигательных операций всех испытуемых экспериментальной выборки (обозначены числами в гистограмме) в 1-й экспериментальной серии, совершенных после контакта с сеткой: 1 – пробы с 1-й по 5-ю; 2 – пробы с 26-й по 30-ю



Что касается второй экспериментальной серии, проводившейся спустя 10 дней после первой, то динамика изменений поведения животных экспериментальной группы была аналогичной динамике поведенческих изменений первой серии за тем исключением, что общее число двигательных операций, совершенных улитками при решении задачи поиска обходного пути, было пропорционально меньше числа операций, совершенных улитками в ходе первой экспериментальной серии.

Поведение животных контрольной группы было весьма простым: сразу после выхода из пусковой камеры они напрямую направлялись к приманке и достигали ее. Обратные втягивания тела отсутствовали.

Анализ и интерпретация данных

Анализ динамики сокращения времени решения задачи поиска обходного пути в ходе первой экспериментальной серии дает основание утверждать, что у моллюсков формируется навык нахождения обходного пути и достижения приманки. Очевидно, навык складывается за первые 12–15 проб, поскольку затем время решения задачи сокращается весьма медленно. Сравнение этих данных с результатами контрольной группы свидетельствует, что преграда из сетки действительно влияет на поведение улиток – является фактором, затрудняющим достижение приманки.

Сравнение результатов первой и второй экспериментальных серий не позволяет сделать однозначного вывода. Однако поскольку, как отмечалось ранее, основной период формирования навыка – первые 15 проб, мы сосредоточили внимание именно на первой половине двух экспериментальных серий. Здесь отличия существенны: с самого начала второй экспериментальной серии животные не только тратили значительно меньше времени на решение задачи, но также быстро снижалось количество производимых ими двигательных операций. Таким образом, можно утверждать, что ранее сформированное научение сохраняется в памяти улиток в течение 10 дней, поскольку повторно навык формируется значительно быстрее. По-видимому, можно говорить о восстановлении навыка.

Данные о поведении животных экспериментальной группы в начале первой экспериментальной серии свидетельствуют, что у улиток весьма часто встречается движение обратного втягивания тела после контакта с преградой. Очевидно, в данном случае мы имеем дело с инстинктивно детерминированным планом развертки схемы собственного тела: в ответ на контакт с непреодолимой преградой – сеткой – улитка втягивает тело в раковину (частично или полностью) и затем начинает как бы «с нуля» двигаться в совершенно ином направлении. В ходе эксперимента после втягивания тела животные поворачивали назад и начинали двигаться внутри пусковой камеры. Однако такой способ поведения был неэффективен – улитки в любом случае находили обходной путь, хотя первоначально совершали большое количество нерезультативных движений.

К концу первой экспериментальной серии (на последних пяти пробах) поведение животных существенно менялось: помимо количественных изменений (уменьшение количества движений, затрачиваемых на решение поставленной задачи) происходили и значительные качественные изменения двигательных операций. Теперь в ответ на контакт с преградой улитки значительно реже втягивали тело в раковину, а вместо этого двигались вдоль сетки (вправо или влево) к ее краю, т. е. совершали эффективные действия, ведущие к достижению приманки. Даже в случае втягивания тела в раковину улитки чаще всего не поворачивали назад, совершая движения внутри пусковой камеры, а тут же снова проникали че-



рез щелевое отверстие, перемещая свое тело в ином направлении, нежели то, где они до этого столкнулись с преградой.

Таким образом, мы можем констатировать, что в ходе нашего эксперимента у животных экспериментальной группы посредством научения модифицировался план развертки схемы собственного тела в ответ на контакт с преградой. В начале эксперимента он имел следующий вид: контакт с преградой → втягивание тела в раковину → движение всем телом в сторону от преграды. К концу экспериментальной серии план развертки схемы собственного тела приобрел иной вид: контакт с преградой → движение наружной (мягкой) частью собственного тела вдоль преграды → достижение края преграды, преодоление преграды и достижение приманки. Согласно теории самоотражения (Хватов, 2010а), план развертки схемы собственного тела является одним из трех (наравне со схемой собственного тела и перцептивным строем) компонентов психической структуры самоотражения. Соответственно, в ходе эксперимента посредством научения была модифицирована специфика самоотражения улиток вида *Achatina fulica*. Тот факт, что представители этого вида обладают психической структурой самоотражения наружной (мягкой) части собственного тела и способны учитывать физические границы собственного тела при ориентации во внешнем пространстве, был продемонстрирован результатами проведенных ранее исследований (Хватов, Харитонов, 2012).

Выводы

На основании проведенного анализа результатов данного исследования мы можем констатировать следующее.

1. В организованных экспериментальных условиях для решения задачи поиска обходного пути улитки посредством научения способны не только модифицировать план развертки собственного тела, что выражается в сокращении времени решения данной задачи, но также произвести качественные изменения в способе своего поведения внутри экспериментальной установки;

2. Следы сформированного научения сохраняются в памяти моллюсков как минимум 10 суток, что подтверждается более быстрым формированием этого же навыка (его восстановлением) в аналогичных экспериментальных условиях.

Таким образом, перспективным направлением исследований является проведение аналогичных сравнительных экспериментов по изучению поведенческой активности и поэтапного формирования двигательных навыков у животных, относящихся как к более высоким, так и к более низким стадиям развития психики.

Литература

- Балабан П. М., Захаров И. С. Обучение и развитие: общая основа двух явлений. М.: Наука, 1992.
- Бондаренко В. Ф., Боричева Е. С. Формирование и сохранение памяти на хемосенсорно выделяемые признаки растительной пищи у прудовика обыкновенного *Lymnaea stagnalis* // Сенсорные системы. 2002. Т. 16. № 2. С. 160–163.
- Руперт Э. Э., Фокс Р. С., Барнс Р. Д. Зоология беспозвоночных: Функциональные и эволюционные аспекты: учебник для вузов: В 4 т. (Перевод с англ. Т. А. Ганф, Н. В. Ленцман, Е. В. Сабанеевой / Под ред. А. А. Добровольской, А. И. Грановича. М.: Академия, 2008. Т. 2.
- Филитова Г. Г., Хватов И. А. Специфика экспериментального метода в зоопсихологии на примере исследования самоотражения у животных на интеллектуальной стадии развития психики // Современная экспериментальная психология: В 2 т. / Под ред. В. А. Барабанщикова. М.: Изд. «Институт психологии РАН», 2011. Т. 1. С. 499–511.



- Хватов И.А. Особенности самоотражения у животных на разных стадиях филогенеза: Дисс. ... канд. психол. наук. М., 2010 а.
- Хватов И.А. Эмпирическое исследование проблемы филогенетических предпосылок становления самосознания // Знание. Понимание. Умение. 2010 б. № 2. С. 242–247.
- Хватов И.А. Специфика самоотражения у вида *Periplaneta americana* // Экспериментальная психология. 2011 а. № 1. С. 28–40.
- Хватов И.А. Эмпирическое исследование восприятия самих себя у понгид (на примере рисования перед зеркалом у орангутанов) // 125 лет Московскому психологическому обществу: Юбилейный сборник РПО: В 4-х т. / Отв. ред. Д.Б. Богоявленская, Ю.П. Зинченко. М.: МАКС Пресс, 2011 б. Т. 2. С. 46–47.
- Хватов И.А., Харитонов А.Н. Специфика самоотражения у вида *Achatina fulica* // Экспериментальная психология. 2012. № 3. С. 96–107.
- Шовен Р. Поведение животных: пер. с фр. / Под ред. и с предисл. Л.В. Крушинского. Изд. 2-е. М.: Либроком, 2009.
- Chase R., Croll R.P., Zeichner Z.Z. Aggregation in snails, *Achatina fulica* // Behavioral and Neural Biology. 1980. V. 30. № 2. P. 218–230.
- Garth T.R., Mitchell M.P. The learning curve of a land snail // J. of Comp. Psych. 1926. V. 6. № 1. P. 103–113. doi: 10.1037/h0072322
- Gutnick T., Byrne R.A., Hochne B., Kuba M. Octopus vulgaris uses visual information to determine the location of its arm // Current Biology. 2011. V. 21. P. 1–3. doi:10.1016/j.cub.2011.01.052
- Rollo C.D., Wellington W.G. Environmental orientation by terrestrial Mollusca with particular reference to homing behaviour // Canadian Journal of Zoology. 1981. V. 59. № 2. P. 225–239.
- Sahley C., Gelperin A., Rudy J. W. One-trial associative learning modifies food odor preferences of a terrestrial mollusk // PNAS. 1981. V. 78. № 1. P. 640–642.
- Sumbre G., Fiorito G., Flash T., Hochner B. Octopuses use a human-like strategy to control precise point-to-point arm movements // Current Biology. 2006. V. 16. №. 8. P. 767–772. doi:10.1016/j.cub.2006.02.069
- Teyke T. Food attraction conditioning in the snail *Helix pomatia* // Comp. Physiol. A. 1995. V. 177. № 4. P. 409–414.
- Tomiyama K. Homing behaviour of the giant African snail, *Achatina fulica* // Journal of Ethology. 1992. V. 10. № 2. P. 139–146.
- Zullo L., Sumbre G., Agnisola C., Flash T., Hochner B. Nonsomatotopic Organization of the Higher Motor Centers in Octopus // Current Biology. 2009. V. 19. № 19. P. 1632–1636. doi:10.1016/j.cub.2009.07.067.

MODIFICATION OF THE PLAN OF BODY MOTION IN THE LEARNING PROCESS IN SOLVING THE PROBLEM OF FINDING THE WORKAROUND BY SNAILS *ACHATINA FULICA*

KHVATOV I.A., *Moscow University for the Humanities, Moscow*

KHARITONOV A.N., *Institute of Psychology, RAS, Centre of experimental psychology, MCUPE, Moscow*

The article describes the experimental investigation of the perception of their body of the *Achatina fulica* snails on the material of the research of their behavior in experimental device, designed in accordance with the methodical admission «Workaround». The results of the study demonstrate the ability of snails to solve the problem by modifying through learning the plan sweep of their own body, which is reflected in the reduction of the time of solving the problem and also in qualitative change in the way of behavior within the experimental setup. This fact can be explained by determinacy of self-reflection of snails by instinctive



mechanisms that provide development of the capability for flexible adaptation to specific experimental conditions, that's why the snails do not need to form the long-term maintenance skills. But the traces of generated learning store in memory of shellfish at least for 10 days, which is confirmed by the rapid formation of the same skill in a similar situation of repeated experimental series.

Keywords: mental reflection, self-reflection, reflection of the external environment, phylogeny psyche, shellfish, snail.

Transliteration of the Russian references

Balaban P.M., Zaharov I.S. Obuchenie i razvitie: obshhaja osnova dvuh javlenij. M.: Nauka, 1992.

Bondarenko V.F., Boricheva E.S. Formirovanie i sohranenie pamjati na hemosensorno vydelaemye priznaki rastitel'noj pishhi u prudovika obyknovennogo *Lymnaea stagnalis* // *Sensornye sistemy*. 2002. T. 16. № 2. S.160–163.

Ruppert E.E., Foks R.S., Bams R.D. Zoologija bespozvonochnyh: Funkcional'nye i evoljucionnye aspekty: uchebnik dlja vuzov: V 4 t. (Perevod s angl. T. A. Ganf, N. V. Lencman, E. V. Sabaneevoj / Pod red. A. A. Dobrovolskoj, A. I. Granovicha. M.: Akademija, 2008. T. 2.

Filippova G.G., Hvatov I.A. Specifika jeksperimental'nogo metoda v zoopsihologii na primere issledovanija samootrazhenija u zhivotnyh na intellektual'noj stadii razvitija psihiki // *Sovremennaja jeksperimental'naja psihologija: V 2 t.* / Pod red. V.A. Barabanshnikova. M.: Izd. «Institut psihologii RAN», 2011. T. 1. S. 499–511.

Hvatov I.A. Osobennosti samootrazhenija u zhivotnyh na raznyh stadijah filogeneza: Diss. ... kand. psihol. nauk. M., 2010 a.

Hvatov I.A. Empiricheskoe issledovanie problemy filogeneticheskikh predposylok stanovlenija samosoznanija // *Znanie. Ponimanie. Umenie*. 2010 b. № 2. S. 242–247.

Hvatov I.A. Specifika samootrazhenija u vida *Periplaneta americana* // *Eksperimental'naja psihologija*. 2011 a. № 1. C. 28–40.

Hvatov I.A. Empiricheskoe issledovanie vosprijatija samih sebja u pongid (na primere risovanija pered zerkalom u orangutanov) // 125 let Moskovskomu psihologicheskomu obshhestvu: Jubilejnyj sbornik RPO: V 4-h t. / Otv. red. D. B. Bogojavlenskaja, Ju. P. Zinchenko. M.: MAKS Press, 2011 b. T. 2. S. 46–47.

Hvatov I.A., Haritonov A.N. Specifika samootrazhenija u vida *Achatina fulica* // *Eksperimental'naja psihologija*. 2012. № 3. C. 96–107.

Shoven R. Povedenie zhivotnyh: per. s fr. / Pod red. i s predisl. L. V. Krushinskogo. Izd. 2-e. M.: Librokom, 2009.

О ДВУХ АЛГОРИТМАХ ВЫДЕЛЕНИЯ СИНХРОНИЗАЦИЙ И ДЕСИНХРОНИЗАЦИЙ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ

ПЕВЗНЕР А. А., ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, Ярославль

ШАХНАЗАРОВ С. С., ЯГПУ им. К. Д. Ушинского, Ярославль

Работа посвящена описанию функционирования автоматизированной системы выделения синхронизаций и десинхронизаций ЭЭГ при синтезе психоактивирующих мелодий. Алгоритмы выделения синхронизаций и десинхронизаций ЭЭГ реализованы в программах, зарегистрированных в Реестре программ для ЭВМ (Григорьева, Певзнер, Шахназаров, 2010 а, б). Программы включены в состав программного комплекса, предназначенного для синтеза психоактивирующих мелодий (Григорьева, Певзнер, Шахназаров, 2012).

Ключевые слова: электроэнцефалограмма, биоэлектрическая активность мозга, алгоритм, синхронизация, десинхронизация, поиск.

Музыкальное сопровождение образовательного учебного процесса осуществлялось с незапамятных времен. Так, известно, что еще пифагорейцы применяли музыку для регуляции настроения и управления познавательной способностью учащихся (Ван дер Варден, 1959). В настоящее время активное использование музыки в воспитательном и образовательном процессах основывается на результатах многочисленных исследований, продемонстрировавших, что в процессе восприятия музыки происходят оптимизация функционирования мозга, повышение психической активности, возрастание эмоциональной насыщенности и интенсивности деятельности, развитие наглядно-образного мышления, развитие сбалансированного взаимодействия эмоционального и когнитивного компонентов познавательной деятельности, изменение физических и социальных условий среды, в которых происходит процесс обучения.

Однако как организация подачи готового музыкального материала, так и синтез звукового материала определяются в первую очередь механизмами реагирования мозга человека на то или иное звучание. В настоящей работе приводится метод инструментального автоматизированного определения реакции мозга на звуковое воздействие. Важными показателями реакции мозга на воздействие являются синхронизация или десинхронизация биоэлектрической активности мозга. Под синхронизацией понимается возрастание амплитуды биосигнала с одновременным снижением его частоты, а под десинхронизацией понимается снижение амплитуды биосигнала с одновременным возрастанием его частоты. Для автоматизированного определения возникновения синхронизации или десинхронизации биоэлектрической активности мозга авторами были разработаны и реализованы в виде специализированных программ следующие алгоритмы.

Алгоритм I

1. На вход алгоритма подается биоэлектрический сигнал $\{X\}$. Отсчетам сигнала $\{X\}$ соответствуют индексы $\{I\} = \{i, i \in [0; N), N \in \mathbf{N}\}$, где N – число отсчетов сигнала $\{X\}$, и положение во времени $\{T\} = \{\Delta T \cdot i, i \in [0; N), N \in \mathbf{N}\}$, где $\Delta T = \frac{1}{F_d}$, F_d – частота дискретизации сигнала $\{X\}$.

2. Производится поиск локальных экстремумов сигнала $\{X\}$ по разработанному ранее алгоритму (Певзнер, Шахназаров, 2012), завершающийся идентификацией множества найденных локальных экстремумов $\{ex\} = \{j = \{I\}_j, j \in \{I\}, t = \{T\}_j, x = \{X\}_j\}$ каждый $\{ex\}_i$ из которых характеризуется соответствующим индексом отсчета $j \in \{I\}$, положением во времени $\{T\}_j$ и значением отсчета сигнала $\{X\}_j$, где $i \in [0; M)$, M – число найденных локальных экстремумов.

3. Для всех пар $(\{ex\}_p, \{ex\}_{i+p})$, где $i \in [0; M-1)$ с учетом того, что экстремуму $\{ex\}_i$ соответствует индекс временного отсчета $j \in \{I\}$, а экстремуму $\{ex\}_{i+p}$ соответствует индекс временного отсчета $k \in \{I\}$, вычисляются следующие характеристики:

- a. $\{P\}_i = \{T\}_k - \{T\}_j$ – полупериод колебания;
- b. $\{f\}_i = \frac{1}{2 \cdot P}$ – частота колебания;
- c. $\{A\}_i = \frac{|\{X\}_k - \{X\}_j|}{2}$ – амплитуда колебания;
- d. $\{T_{Mid}\}_i = \frac{\{T\}_j + \{T\}_k}{2}$ – момент времени, соответствующий срединному значению между экстремумами.

4. Производится расчет средних величин характеристик:

$$f^{Avg} = \frac{1}{M-1} \sum_{i=0}^{M-2} \{f\}_i \text{ – средняя частота колебаний;}$$

$$A^{Avg} = \frac{1}{M-1} \sum_{i=0}^{M-2} \{A\}_i \text{ – средняя амплитуда колебаний.}$$

5. Производится расчет момента синхронизации и момента десинхронизации в соответствии с условиями: для всех пар $(\{ex\}_p, \{ex\}_{i+p})$, где $i \in [0; M-1)$ при выполнении условия

$\left(\frac{\{A\}_i}{A^{Avg}} > A_{Thr}^{Sync} \wedge \frac{\{f\}_i}{f^{Avg}} < f_{Thr}^{Sync} \right)$ временной отсчет, наиболее близкий к $\{T_{Mid}\}_i$ считается моментом синхронизации, а при выполнении условия $\left(\frac{\{A\}_i}{A^{Avg}} < A_{Thr}^{Desync} \wedge \frac{\{f\}_i}{f^{Avg}} > f_{Thr}^{Desync} \right)$ временной

отсчет, наиболее близкий к $\{T_{Mid}\}_i$, считается моментом десинхронизации, где A_{Thr}^{Sync} – пороговый коэффициент превышения амплитуды относительно среднего значения для выявления синхронизации, f_{Thr}^{Sync} – пороговый коэффициент падения частоты относительно среднего значения для выявления синхронизации, A_{Thr}^{Desync} – пороговый коэффициент падения амплитуды относительно среднего значения для выявления десинхронизации, f_{Thr}^{Desync} – пороговый коэффициент превышения частоты относительно среднего значения для выявления десинхронизации.

При апробации специализированной программы, реализующей данный алгоритм, было обнаружено, что точность выявления синхронизаций и десинхронизаций ЭЭГ снижается при возникновении в сигнале зон обширной синхронизации. Поэтому для повышения точности оценки изучаемых параметров алгоритм был модифицирован следующим образом.

Алгоритм II

1. Выполняются п. 1–5 Алгоритма I.
2. Для всех пар $(\{ex\}_p, \{ex\}_{i+1})$, где $i \in [0; M - 1)$, производится поиск серий расположенных подряд синхронизаций: если парам с индексами $i, i + 1, i + 2, \dots, i + K$ соответствуют моменты синхронизации, а паре с индексом $i + K + 1$ соответствует момент десинхронизации, или ни момент синхронизации, ни момент десинхронизации, или $i + K = M - 2$, то данная серия синхронизаций имеет длину K .
3. Зонами обширных синхронизаций считаются серии синхронизаций длиной не менее K_{Thr} .
4. Выполняются п. 1–5 алгоритма I для всех экстремумов, не входящих в пары, соответствующие зонам обширных синхронизаций.
5. Производится слияние результатов п. 1 и п. 2–4 алгоритма II.

На рисунке приведены результаты применения алгоритма автоматизированного тестирования участков синхронизации и десинхронизации. Временная шкала обозначена буквой «а». Сигнал ЭЭГ обозначен буквой «б». Выявленные синхронизации обозначены символом «↑», а десинхронизации обозначены символом «↓» (строка «в» рисунка). Чертой обозначены серии подряд идущих синхронизаций, а внизу, в строке «г» рисунка, приведены длины соответствующих серий. В строке «д» рисунка приведены гистограммы параметров $\frac{\{A\}_i}{A^{Avg}}$ (темно-серый цвет гистограммы) и $\frac{\{f\}_i}{f^{Avg}}$ (светло-серый цвет гистограммы) соответствующих пар локальных экстремумов. Заданы следующие значения параметров алгоритма:

$$A_{Thr}^{Sync} = 2, f_{Thr}^{Sync} = \frac{3}{4}, A_{Thr}^{Desync} = \frac{1}{2}, f_{Thr}^{Desync} = \frac{3}{2}, K_{Thr} = 10.$$

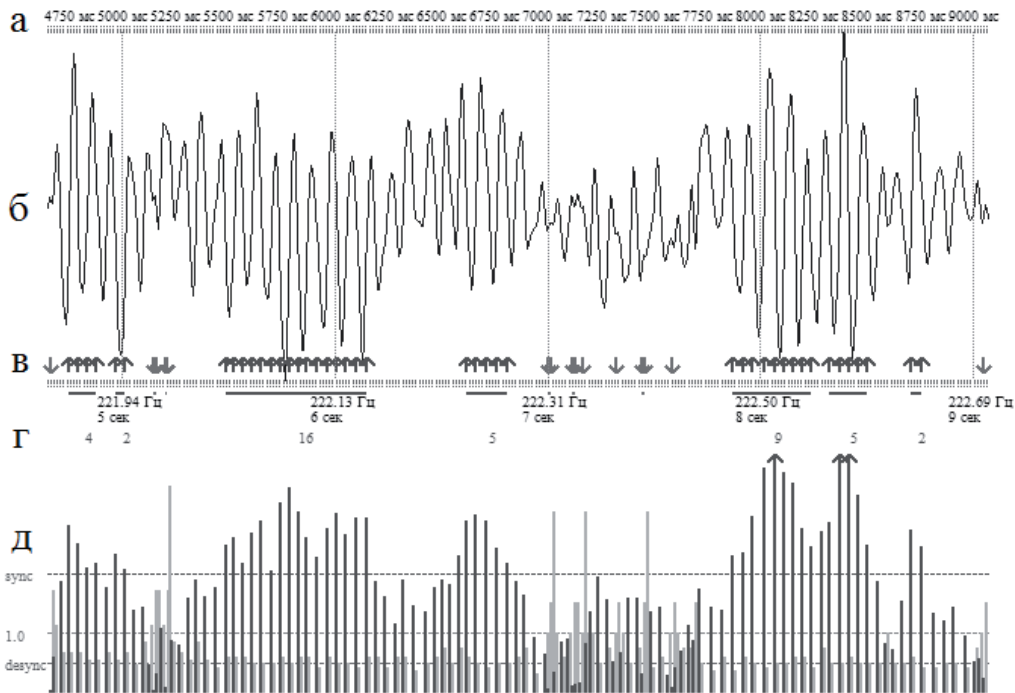


Рисунок. Результат автоматического выявления синхронизаций и десинхронизаций ЭЭГ по алгоритму II

Полученные результаты

На основе предложенных алгоритмов разработаны программы для автоматического выявления участков синхронизации и десинхронизации ЭЭГ, которые затем были включены в состав программно-аппаратного комплекса, предназначенного для синтеза психоактивирующих мелодий. Применение разработанных программ позволило автоматизировать процесс выявления участков синхронизации и десинхронизации ЭЭГ, а также повысить его объективность, точность и скорость.

Литература

Van der Varden B.L. Пробуждающаяся наука. М., 1959.

Григорьева Е.А., Певзнер А.А., Шахназаров С.С. Программа для анализа зависимости ЭЭГ от звукового воздействия // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010613540, в Реестре программ для ЭВМ 28.05.2010 а.

Григорьева Е.А., Певзнер А.А., Шахназаров С.С. Программа для определения моментов синхронизации и десинхронизации ЭЭГ // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2010615245, в Реестре программ для ЭВМ 13.08.2010 б.

Григорьева Е.А., Певзнер А.А., Шахназаров С.С. Система для синтеза акустического воздействия для коррекции психофизиологического состояния // Ярославский инновационно-технологический форум «Эврика». Ярославль, 2012.

Певзнер А.А., Шахназаров С.С. Синтез звукового сигнала для коррекции психофизиологического состояния человека // Ярославский педагогический вестник. 2012. № 2. Т. III (Естественные науки. Математика, физика, информатика).

ON TWO ALGORITHMS OF ALLOCATION OF SYNCHRONIZATION AND DESYNCHRONIZATION OF ELECTROENCEPHALOGRAM

PEVZNER A.A., K.D. Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University, Yaroslavl

SHAKHNAZAROV S.S., K.D. Ushinsky Yaroslavl State Pedagogical University, Yaroslavl

The work is devoted to the description of the functioning of the automated system of allocation of synchronizations and desynchronizations of EEG during the synthesis of psycho activating tunes. Algorithms of allocation of synchronizations and desynchronizations of EEG are implemented into the special programs, registered in the Register of software (Grigorieva, Pevzner, Shakhnazarov, 2010 a, b). Programs are included in the software complex, intended for the synthesis of psycho activating tunes (Grigorieva, Pevzner, Shakhnazarov, 2012).

Keywords: EEG, bioelectric activity of the brain, algorithm, synchronization and desynchronization, search.

Transliteration of the Russian references

Van der Varden B.L. Probuzhdajushhajasja nauka. M., 1959.

Grigor'eva E.A., Pevzner A.A., Shahnazarov S.S. Programma dlja analiza zavisimosti EEG ot zvukovogo vozdeystvija // Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja EVM № 2010613540, v Reestre programm dlja EVM 28.05.2010 a.



Grigor'eva E.A., Pevzner A.A., Shahnazarov S.S. Programma dlja opredelenija momentov sinhronizacii i desinhronizacii EEG //Svidetel'stvo o gosudarstvennoj registracii programmy dlja EVM № 2010615245, v Reestre programm dlja EVM 13.08.2010b.

Grigor'eva E.A., Pevzner A.A., Shahnazarov S.S. Sistema dlja sinteza akusticheskogo vozdejstvija dlja korrekcii psihofiziologicheskogo sostojanija // Jaroslavskij innovacionno-tehnologicheskij forum «Evrika». Jaroslavl', 2012.

Pevzner A.A., Shahnazarov S.S. Sintez zvukovogo signala dlja korrekcii psihofiziologicheskogo sostojanija cheloveka // Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik. 2012. № 2. T. III (Estestvennye nauki. Matematika, fizika, informatika).

РАСЧЕТ ЗНАЧЕНИЙ СЛОЖНОСТЕЙ ЗАДАНИЙ ДЛЯ АДАПТИВНОГО ТЕСТА ИНТЕЛЛЕКТА

ВОЙТОВ В.К., факультет информационных технологий МГППУ, Москва

Конструирование тестов оценки интеллекта и способностей, а также отбор соответствующего целям исследования и исследуемой выборке и/или изучаемой популяции диагностического инструментария ставит перед психологами задачу оценки, измерения трудности тестовых заданий. В настоящей работе предлагается метод (алгоритм) математического вычисления значений сложностей заданий адаптивного теста Холлинга-Бертлинга, на основании которого были также проведены вычисления значений способностей группы испытуемых. Тест предполагает генерацию большого числа различных заданий, суть которых состоит в выявлении закономерностей в строении геометрических фигур с дополнительными элементами. На факультете информационных технологий МГППУ было организовано и проведено тестирование 30 испытуемых по 30 заданиям теста. На основе полученных результатов был произведен расчет трудности тестовых заданий. Выбор заданий производился таким образом, чтобы равномерно охватить все возможные комбинации используемых в тесте заданий. При вычислении трудностей и оценке способностей использовалась технология IRT (Item Response Theory). Предлагаемый метод оценки трудности тестовых заданий может быть использован при конструировании и проведении аналогичных тестов интеллекта и педагогических тестов.

Ключевые слова: тест интеллекта, адаптивный тест, генерация тестов, модель Раша, Item Response Theory, IRT, метод Ньютона-Рафсона.

В настоящее время адаптивные тесты активно используются в психологии и педагогике для решения задач диагностики и контроля качества обучения. Порядок заданий в тестах данного типа определяется результатами тестирования испытуемых, полученными при выполнении предшествующих заданий.

Программная реализация содержательных адаптивных тестов является весьма трудоемкой процедурой и на практике может быть выполнена только с использованием современных компьютерных технологий. На факультете информационных технологий МГППУ была осуществлена программная реализация адаптивного теста оценки интеллекта, предложенного ранее профессорами Хейнцем Холлингом и Джоном Бертлингом из университета г. Мюнстер в Германии в 2009 году.

Адаптивный тест оценки интеллекта представляет собой набор заданий, по результатам выполнения которого осуществляется оценка интеллектуальных способностей тестируемого субъекта. Проверка целостности теста заключается не только в оценке взаимосвязи заданий и их принадлежности общему фактору (в данном случае – измерению интеллекта), но также в расчете трудности тестовых заданий на репрезентативной выборке испытуемых. В результате тестирования отобранной на факультете информационных технологий МГППУ группы студентов были получены данные для расчета трудностей заданий теста. Проведенная апробация теста является первым этапом его оценки, однако несмотря на приближенный характер первичных данных, их, тем не менее, как и вновь полученные результаты можно использовать для дальнейшего уточнения значений трудностей заданий, так как они сохраняются в базе данных.

Необходимые программные средства часто приходится разрабатывать заново, причём методы и технические решения, используемые для этого программистами, представляют самостоятельный научный и практический интерес.

Использовавшийся в работе тест принадлежит к группе невербальных тестов индуктивного мышления, в котором испытуемый должен вначале обнаружить правила, на основании которых организовано тестовое задание, а затем применить это правило для выбора надлежащего ответа. Наиболее известными тестами такого рода являются тесты Равена, тестовое задание одного из которых (АРМ) приведено на рисунке.

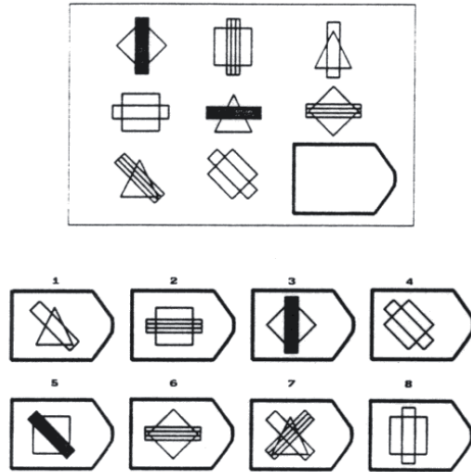


Рисунок. Задание теста АРМ Равена

Чтобы правильно решить представленное на рисунке задание, испытуемому необходимо обнаружить 3 правила.

Правило А: каждый ряд содержит три геометрических фигуры (ромб, квадрат и треугольник), распределенных между тремя колонками.

Правило Б: каждый ряд содержит три линии с разными текстурами (темная, штрихованная и светлая), распределенные между тремя колонками.

Правило В: ориентация линий (вертикальная, горизонтальная или наклонная) одинакова внутри каждого ряда, но различается для разных рядов.

На основе этих правил легко найти верный ответ для пропущенной в нижнем правом углу фигуры, это ответ № 5.

Тесты индуктивного мышления, как показали исследования, являются эффективным методом оценки общего интеллекта, потому широко применяются как исследователями, так и практиками. Однако порой возникает задача предъявлять тест испытуемым много раз, при этом повторение одних и тех же заданий является нежелательной процедурой ввиду возникающего вследствие этого научения. Более того, тест, включающий фиксированный набор заданий, быстро становится общеизвестным, что делает возможным свободный доступ к нему тестируемых и приводит к потенциальному искажению результатов.

Выходом из описанной ситуации стала бы разработка теста с конструктивной особенностью возможности создания по ходу тестирования новых заданий из фиксированного набора элементов (заданий) с известным заранее уровнем сложности, определяемым собственным набором заданий. Дополнительным преимуществом подобного теста была бы возможность адаптивного тестирования: предъявление испытуемому заданий того или иного уровня сложности находилось бы в прямой зависимости от успешности выполнения

им предшествующего задания, обеспечивая таким образом достижение высокой точности оценки способностей тестируемого при оптимальном числе предъявленных заданий. Все вышеизложенные условия были включены в разработанный Холлингом и Бертлингом тест, апробации которого и было посвящено настоящее исследование.

Тест состоит из динамически формируемых заданий. Число различных (отличающихся видом) заданий составляет несколько тысяч. При вызове теста испытуемому предлагаются несколько заданий (их число может установить администратор системы). Каждое задание генерируется с использованием датчиков случайных чисел. Задания содержат три фигуры А, В и С, которые имеют дополнительные детали в виде, например, окружности или диска. Первые две фигуры одинаковы. Вторая фигура должна отличаться от первой положением в пространстве и положением дополнительных деталей.

Третья фигура отличается по форме от первых двух фигур. Она имеет те же детали, что и первые фигуры, но обычно расположенные в других местах. Тестируемый должен определить закономерность в изменении второй фигуры (фигура В) по отношению к первой (фигура А) и в соответствии с ней выбрать из предъявленных ниже восьми фигур ту, которая получается из третьей фигуры (фигура С) при учете указанных выше закономерностей. Варианты выбора обозначены маленькими латинскими буквами от «а» до «i». Буква «i» соответствует случаю, когда среди восьми предложенных решений (от «а» до «h») нет подходящего.

В общей сложности фигура А может принимать 4800 различных видов. Для каждого такого вида фигура В может принимать 175 видов. Фигура С для каждого сочетания вида фигур А и В может иметь 600 различных видов. Поэтому число возможных различных видов фигур достаточно велико. В тесте все эти виды генерируются с использованием датчиков случайных чисел. Таким образом, испытуемым невозможно запомнить генерируемые конфигурации и нужные ответы.

Будем представлять трудность задания как сумму трудностей, задаваемых с помощью изменения ряда элементов предмета или фигуры, их добавления или устранения. Всего насчитывается 14 видов такого рода модификаций. Разработано два варианта теста: в первом реализованы все возможные виды модификации фигуры, во втором варианте задания основываются на применении 10 видов модификаций, однако их число не оказывает влияния на построение единого алгоритма математического вычисления трудностей заданий. Расчет значений трудностей для всех заданий кажется весьма трудоемкой процедурой лишь на первый взгляд, поскольку допущение об одинаковой трудности многих заданий позволяет успешно операционализировать и систематизировать алгоритм вычисления.

Для расчета сложности задания учитывались следующие соображения. Тест состоит из динамически формируемых заданий. Число различных (отличающихся видом) заданий составляет несколько тысяч. При этом (для расчета сложностей) неважно, какое начальное положение занимает исходная фигура А, как на ней расположены другие элементы. Важно, какое положение будет иметь фигура В в сравнении с А. Аналогично этому неважно, какое положение будет иметь фигура С и какое расположение займут на ней те или иные модифицируемые элементы.

Таким образом, при расчете сложностей заданий можно ограничиться значительно меньшим числом конфигураций фигур и особенностей. В действительности достаточно использовать всего 112 комбинаций фигур и модифицируемых элементов фигур, основанных на 10, а не 14 вариантах модификаций.

Чтобы узнать способности испытуемого, надо знать трудности заданий теста и результаты испытуемого. На первом этапе оценка трудности заданий осуществляется на основании результатов их выполнения испытуемыми репрезентативной выборки. Рассмотрим математический аппарат для вычисления трудностей заданий.

Пусть \mathbf{N} испытуемых выполняют \mathbf{M} заданий теста. Обозначим через x_{ij} результат выполнения i -м испытуемым ($i=1, \dots, \mathbf{N}$) j -го задания теста ($j=1, \dots, \mathbf{M}$). Будем считать:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й испытуемый правильно ответил на } j\text{-е задание} \\ 0, & \text{если } i\text{-й испытуемый неправильно ответил на } j\text{-е задание.} \end{cases}$$

Получаем матрицу ответов:

$$A = \begin{pmatrix} x_{11} & \dots & x_{1M} \\ \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{N1} & \dots & x_{NM} \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Пусть P_{ij} – вероятность правильного выполнения i -м испытуемым ($i=1, \dots, \mathbf{N}$) j -го задания теста ($j=1, \dots, \mathbf{M}$), Q_{ij} – вероятность неправильного выполнения i -м испытуемым j -го задания:

$$Q_{ij} = 1 - P_{ij}. \quad (2)$$

Пусть θ_i – способность i -го испытуемого, β_j – трудность j -го задания теста. Найдем эти величины.

В современной теории тестирования (в соответствии с концепцией Г. Раша Item Response Theory) P_{ij} часто задается следующим образом.

$$P_{ij} = \frac{\exp(1,7(\theta_i - \beta_j))}{1 + \exp(1,7(\theta_i - \beta_j))}. \quad (3)$$

Тогда

$$Q_{ij} = \frac{1}{1 + \exp(1,7(\theta_i - \beta_j))}. \quad (4)$$

Пусть i -й испытуемый в \mathbf{M} заданиях теста получил результаты x_{ij} ($j=1, \dots, \mathbf{M}$).

В этом случае L_i – вероятность получения i -м испытуемым всей последовательности результатов x_{ij} ($j=1, \dots, \mathbf{M}$) будет:

$$L_i = \prod_{j=1}^{\mathbf{M}} D_{ij}. \quad (5)$$

Аналогично L_j – вероятность получения в j -м задании определенной последовательности результатов x_{ij} ($i=1, \dots, \mathbf{N}$) будет:

$$L_j = \prod_{i=1}^{\mathbf{N}} D_{ij}. \quad (6)$$

Здесь

$$D_{ij} = \begin{cases} P_{ij}, & \text{если } x_{ij} = 1 \\ Q_{ij}, & \text{если } x_{ij} = 0. \end{cases}$$

Пусть

$$X_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{iM} \quad (7)$$

$$X_j = x_{1j} + x_{2j} + \dots + x_{Nj}. \quad (8)$$

Обозначим

- p_i – доля правильных ответов i -го испытуемого: $p_i = X_i/M$
- q_i – доля неправильных ответов i -го испытуемого: $q_i = 1 - p_i$
- p_j – доля правильных ответов на j -е задание теста: $p_j = X_j/N$
- q_j – доля неправильных ответов на j -е задание теста: $q_j = 1 - p_j$.

Приближенные значения оценки способностей испытуемых и трудности заданий теста (их называют логитами) определяются следующим образом (Челышкова, 2002):

$$\theta_i = \text{Ln}(p_i/q_i) \quad (9)$$

$$\beta_j = \text{Ln}(q_j/p_j). \quad (10)$$

Более точные значения θ_i и β_j вычисляются в точках экстремума для L_i и L_j . Точки экстремума для L_i и $\text{Ln}(L_i)$ совпадают.

Вычисление трудности заданий теста и способностей испытуемых с помощью метода максимального правдоподобия

Найдем значения θ_i и β_j с помощью метода максимального правдоподобия.

Будем использовать итерационную процедуру Ньютона-Рафсона. Найдем логарифмы L_i и L_j (5, 6):

$$\text{Ln}(L_i) = \sum_{j=1}^M (\text{Ln}(D_{ij})) = \sum_{j=1}^M (x_{ij} \text{Ln}(P_{ij}) + (1 - x_{ij}) \text{Ln}(Q_{ij})) \quad (11)$$

$$\text{Ln}(L_j) = \sum_{i=1}^N (\text{Ln}(D_{ij})) = \sum_{i=1}^N (x_{ij} \text{Ln}(P_{ij}) + (1 - x_{ij}) \text{Ln}(Q_{ij})). \quad (12)$$

Для поиска оценок наибольшего правдоподобия θ_i и β_j следует найти:

1. Экстремумы функций $\text{Ln}(L_i)$ по каждой из переменных θ_i (при этом β_j служит значением измеряемого параметра):

$$\frac{\partial \text{Ln}(L_i)}{\partial \theta_i} = 0 \quad (i=1, \dots, N)$$

2. Экстремумы функций $\text{Ln}(L_j)$ по каждой из переменных β_j (при этом θ_i служит значением измеряемого параметра):

$$\frac{\partial \text{Ln}(L_j)}{\partial \beta_j} = 0 \quad (j=1, \dots, M)$$

Найдем производные и составим системы уравнений для θ_i согласно (3, 4, 11):

$$\mathbf{Ln}(\mathbf{P}_{ij}) = \mathbf{1}, 7(\theta_i - \beta_j) + \mathbf{Ln}(\mathbf{Q}_{ij})$$

$$\begin{aligned} \mathbf{Ln}(\mathbf{L}_i) &= \sum_{j=1}^M (\mathbf{Ln}(\mathbf{D}_{ij})) = \sum_{j=1}^M (x_{ij} \mathbf{Ln}(\mathbf{P}_{ij}) + (1 - x_{ij}) \mathbf{Ln}(\mathbf{Q}_{ij})) = \\ &= \sum_{j=1}^M (x_{ij} \mathbf{1}, 7(\theta_i - \beta_j) + \mathbf{Ln}(\mathbf{Q}_{ij})) \end{aligned}$$

$$\frac{\partial \mathbf{Ln}(\mathbf{L}_i)}{\partial \theta_i} = \mathbf{1}, 7 \mathbf{X}_i - \mathbf{1}, 7 \sum_{j=1}^M \mathbf{P}_{ij} = \mathbf{0} \quad (i = 1, \dots, N).$$

Отсюда получаем систему уравнений для нахождения θ_i при фиксированных значениях β_1, \dots, β_M (13):

$$\mathbf{f}_i(\theta_i, \beta_j) = -\mathbf{X}_i + \sum_{j=1}^M \mathbf{P}_{ij} = \mathbf{0} \quad (i = 1, \dots, N). \quad (13)$$

Аналогично получаем систему уравнений для нахождения β_j при фиксированных значениях $\theta_1, \dots, \theta_N$ (14):

$$\begin{aligned} \frac{\partial \mathbf{Ln}(\mathbf{L}_j)}{\partial \beta_j} &= -\mathbf{1}, 7 \mathbf{X}_j + \mathbf{1}, 7 \sum_{i=1}^N \mathbf{P}_{ij} = \mathbf{0} \\ \mathbf{f}_j(\theta_i, \beta_j) &= -\mathbf{X}_j + \sum_{i=1}^N \mathbf{P}_{ij} = \mathbf{0} \quad (j = 1, \dots, M). \end{aligned} \quad (14)$$

В работе М. Б. Чельшкова (2002) предлагается решать системы (13, 14) методом Ньютона-Рафсона, подставляя в них в качестве начальных стандартные значения измеряемых параметров, подсчитанные на основе приближенных значений (9), (10). В работе Ю. М. Неймана, В. А. Хлебникова (2000) предлагается находить статистические величины θ_i и β_j только на основе достаточных статистик \mathbf{X}_i и \mathbf{X}_j , так как это сокращает число неизвестных \mathbf{x}_{ij} .

Для нахождения корня некоторой функции $\mathbf{g}(\mathbf{x}) = \mathbf{0}$ по методу Ньютона-Рафсона (Метод Ньютона, 2013) обычно используется итерационный процесс (15), который начинается с некоего начального приближения \mathbf{x}_0 . Далее:

$$\mathbf{x}^{k+1} = \mathbf{x}^k - \frac{\mathbf{g}(\mathbf{x}^k)}{\mathbf{g}'(\mathbf{x}^k)}. \quad (15)$$

Для решения (13, 14) найдем частные производные функции \mathbf{P}_{ij} по переменным θ_i и β_j :

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \theta_i} \mathbf{P}_{ij} &= \mathbf{1}, 7 \mathbf{P}_{ij} + \exp(\mathbf{1}, 7(\theta_i - \beta_j)) \frac{-1}{(1 + \exp(\mathbf{1}, 7(\theta_i - \beta_j)))^2} \mathbf{1}, 7 \exp(\mathbf{1}, 7(\theta_i - \beta_j)) = \\ &= \mathbf{1}, 7(\mathbf{P}_{ij} - \mathbf{P}_{ij} \mathbf{P}_{ij}) \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial \beta_j} P_{ij} &= -1, 7P_{ij} + \exp(1, 7(\theta_i - \beta_j)) \frac{-1}{(1 + \exp(1, 7(\theta_i - \beta_j)))^2} (-1, 7) \exp(1, 7(\theta_i - \beta_j)) = \\ &= 1, 7(-P_{ij} + P_{ij}P_{ij}). \end{aligned} \quad (17)$$

Составляем итерационные соотношения:

$$\theta_i^{k+1} = \theta_i^k - \frac{f_i(\theta_i^k)}{f_i'(\theta_i^k)} = \theta_i^k - \frac{-X_i + \sum_{j=1}^M P_{ij}}{1, 7 \sum_{j=1}^M (P_{ij} - P_{ij}P_{ij})} \quad (i = 1, \dots, N) \quad (18)$$

$$\beta_j^{k+1} = \beta_j^k - \frac{f_j(\beta_j^k)}{f_j'(\beta_j^k)} = \beta_j^k - \frac{-X_j + \sum_{i=1}^N P_{ij}}{1, 7 \sum_{i=1}^N (-P_{ij} + P_{ij}P_{ij})} \quad (j = 1, \dots, M). \quad (19)$$

Нахождение значений θ_i и β_j производится следующим образом. Сначала вычисляем их приближенные значения (9), (10), затем подсчитываем для них значения по вышеприведенным формулам. Выбираем требуемую погрешность, например, 0,0001. При фиксированных значениях β_j подсчитываем по формуле (18) значения θ_i . Вычисления повторяются до тех пор, пока разность соседних значений не станет меньше значения погрешности по абсолютной величине. Затем повторяем процесс для формулы (19). И так далее... В результате получаем значения трудностей β_j для M заданий теста ($j = 1, \dots, M$). Проведенные вычисления показали быстрое схождение итераций: схождение обычно достигалось за 7 итераций.

Расчет трудности заданий был произведен на основании результатов выполнения 30 заданий группой из 30 испытуемых.

Затем найденные начальные значения логитов уровней трудности заданий теста и значения способностей следует перевести в единую интервальную шкалу стандартных оценок. Это делается по формулам

$$T_i = M_b + R \theta_i$$

$$V_j = M_t + G \beta_j.$$

Здесь M_t – среднее значение θ_i , M_b – среднее значение β_j .

$$R = \sqrt{\frac{1 + U/2.89}{1 - UV/8.35}}$$

$$G = \sqrt{\frac{1 + V/2.89}{1 - UV/8.35}}.$$

Вычисление трудностей для модифицированных элементов фигуры

На основании оценки трудности всех заданий теста можно произвести оценку способностей новых испытуемых по формуле (18), так как V_j в этом случае известны. Однако поскольку имеется достаточно большое количество тестовых заданий, оценку их трудности необходимо производить путем подсчета суммы трудностей, вносимых в задание теста модификацией дополнительных элементов.

При генерации задания теста в него включаются различные дополнительные элементы. Изменение расположения или иных характеристик каждого из них вносит свою долю

в возрастание/снижение трудности задания. Для нахождения трудности задания с учетом влияния параметров трудности оценки дополнительных элементов фигуры или предмета был произведен расчет трудности тестовых заданий для 30 заданий.

Пусть $\mathbf{G} = \{g_j\}$ – вектор трудностей оценки модификации отдельных элементов фигуры или предмета (вкладов, $t=1\dots 10$). Для определения значений вектора производим следующие вычисления: сначала обозначим через \mathbf{K} матрицу элементов, модификация которых осуществляется в последовательных тестовых заданиях, для выбранных заданий теста. $\mathbf{K} = k_{jt}$ ($j=1, \dots, M; t=1, \dots, 10$). Здесь M – число заданий теста, а t – номер модифицированного элемента.

Получаем:

$$K = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}. \quad (20)$$

Пусть $\mathbf{S} = \{s_j\}$ – матрица $M * 1$ с оценками трудности каждого задания в логитах. $j=1\dots M$. Значения элементов этой матрицы \mathbf{S} были найдены с помощью описанного выше метода максимального правдоподобия (это \mathbf{V}_j). Исходим из того, что должно выполняться соотношение:

$$\mathbf{K} \mathbf{G} = \mathbf{S}. \quad (21)$$

Пусть $\mathbf{K}t$ – транспонированная матрица \mathbf{K} . Если умножить обе части равенства на $\mathbf{K}t$, получим:

$$\mathbf{K}t \mathbf{K} \mathbf{G} = \mathbf{K}t \mathbf{S}. \quad (21)$$

Теперь, умножив обе части равенства на $(\mathbf{K}t \mathbf{K})^{-1}$, мы получаем формулу для вычисления вклада модификаций дополнительных элементов:

$$\mathbf{G} = (\mathbf{K}t \mathbf{K})^{-1} \mathbf{K}t \mathbf{S}. \quad (22)$$

Еще раз оговоримся, что предлагаемый к рассмотрению алгоритм вычисления трудности тестовых заданий находится на первом этапе его разработки, а значения для такой переменной, как G , являются предварительными величинами, которые в дальнейшем будут подвергаться уточнению.

Компьютерная реализация теста показала стабильное функционирование. Тест можно вызвать на сайте Internet <http://it-fat.mgppu.ru>.

Литература

- Чельщикова М.Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов. Учебное пособие. М.: «Логос», 2002.
- Нейман Ю.М., Хлебников В.А. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов. М., 2000.
- Метод Ньютона // Википедия. 2013. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_Ньютона. Дата обращения: 20.06.2013.

CALCULATION OF VALUES OF THE COMPLEXITIES OF THE TEST TASKS FOR ADAPTIVE INTELLIGENCE TEST

VOITOV V. K., *Faculty of Information Technologies, MCUPE, Moscow*

Development of assessment tests of intelligence and abilities, as well as the selection of appropriate to the objectives of the study and to the research sample and/or to the target population diagnostic tools require estimating and measuring of the complexity of test tasks. In this work we propose a method (algorithm) of mathematical computation of the values of task complexity of the adaptive Bertling-Holling test, on the basis of which were also carried out calculations of the values of abilities of a group of subjects. The test requires the generation of a large number of different tasks, the essence of which consists in identifying regularities in the structure of geometrical figures with additional elements. Testing of 30 subjects by 30 tests tasks was organized and conducted at the Faculty of Information Technology of MCUPE. Tasks complexity was calculated on the basis of the test results. Selection of tasks was carried out with regard to the condition of uniform coverage of all possible combinations of used in the test tasks. The IRT (Item Response Theory) technology was used in the calculation of the difficulties of tasks and in the assessment of abilities. The developed method for estimating difficulty of test items can be used in the designing and carrying out similar tests of intelligence and educational tests.

Keywords: test of intelligence, adaptive test, test designing, Rush model, Item Response Theory (IRT), Newton-Raphson method.

Transliteration of the Russian references

Chelyshkova M.B. Teorija i praktika konstruirovanija pedagogicheskikh testov. Uchebnoe posobie. M.: «Logos», 2002.

Nejman Ju.M., Hlebnikov V.A. Vvedenie v teoriju modelirovanija i parametrizacii pedagogicheskikh testov. M., 2000.

Metod N'jutona // Vikipedija. 2013. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Metod_N'jutona. Data obra-shhenija: 20.06.2013.



НАШИ АВТОРЫ

- Барабанщиков Владимир Александрович** — член-корреспондент РАО, доктор психологических наук, профессор, заведующий лабораторией Института психологии РАН, директор Центра экспериментальной психологии МГППУ,
e-mail: vladimir.barabanschikov@gmail.com
- Баяковский Юрий Матвеевич** — кандидат физико-математических наук, доцент, доцент факультета ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова,
e-mail: bayakovski@ieee.org
- Войтов Владимир Кузьмич** — кандидат технических наук, профессор Факультета информационных технологий МГППУ,
e-mail: vvoi@mail.ru
- Дорохов Владимир Борисович** — доктор биологических наук, заведующий лабораторией Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук,
e-mail: vbdorokhov@mail.ru
- Жегалло Александр Владимирович** — кандидат психологических наук, научный сотрудник Института психологии РАН, старший научный сотрудник Центра экспериментальной психологии МГППУ,
e-mail: zhegs@mail.ru
- Завалко Ирина Михайловна** — заочный аспирант Первого Московского Государственного Медицинского Университета им. И. М. Сеченова,
e-mail: i1rusakova@gmail.com
- Захаркин Денис Владимирович** — инженер-программист ООО «АВИ Лаб»,
e-mail: Denis.Zakharkin@gmail.com
- Зенцова Наталья Игоревна** — кандидат психологических наук, руководитель отделения психотерапии, психологической коррекции и ресоциализации ФГБУ «Национальный Научный Центр наркологии Минздравсоцразвития РФ»,
e-mail: nataliezentsova@mail.ru
- Карпов Анатолий Викторович** — член-корреспондент РАО, доктор психологических наук, профессор, декан факультета психологии, заведующий кафедрой психологии труда и организационной психологии Ярославского государственного университета им. П. Г. Демидова,
e-mail: anvikar56@yandex.ru
- Кузнецова Ольга Олеговна** — методист-координатор СП «ОЭПП» ГБОУ ЦПМСС «Взаимодействие»,
e-mail: olcpmss@yandex.ru
- Луняякова Елизавета Геннадьевна** — кандидат психологических наук, старший научный сотрудник лаборатории «Восприятие» факультета психологии МГУ имени М. В. Ломоносова,
e-mail: eglun@mail.ru
- Меньшикова Галина Яковлевна** — кандидат психологических наук, заведующая лабораторией «Восприятие» факультета психологии МГУ имени М. В. Ломоносова,
e-mail: gmenshikova@gmail.com



- Певзнер Александр Абрамович** – доктор технических наук, профессор, начальник Управления инновационных технологий в обучении и научной работы ЯГПУ им. К.Д. Ушинского,
e-mail: a.pevzner@yspu.yar.ru
- Пестун Максим Вадимович** – программист ООО «Мэйл.Ру Геймз»,
e-mail: max.pestun@gmail.com
- Рассказова Елена Игоревна** – кандидат психологических наук, доцент, МГУ им. М. В. Ломоносова,
e-mail: e.i.rasskazova@gmail.com
- Тюрина Наталья Александровна** – магистр психологии, стажер-исследователь Научно-учебной лаборатории когнитивных исследований НИУ ВШЭ, преподаватель кафедры организационной психологии факультета психологии НИУ ВШЭ,
e-mail: natalyatyurina@gmail.com
- Уточкин Игорь Сергеевич** – кандидат психологических наук, заведующий Научно-учебной лабораторией когнитивных исследований НИУ ВШЭ, доцент кафедры общей и экспериментальной психологии факультета психологии НИУ ВШЭ,
e-mail: isutochkin@inbox.ru
- Фёдорова Софья Сергеевна** – лаборант-исследователь ФГБУ «Национальный Научный Центр наркологии Минздравсоцразвития РФ», отделение психотерапии, психологической коррекции и ресоциализации,
e-mail: fedorova.sofia@hotmail.com
- Харитонов Александр Николаевич** – кандидат психологических наук, научный сотрудник Института психологии РАН, старший научный сотрудник Центра экспериментальной психологии МГППУ,
e-mail: ankhome47@list.ru
- Хватов Иван Александрович** – кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии развития и акмеологии Московского гуманитарного университета,
e-mail: ittkrot@mail.ru
- Шахназаров Сергей Сергеевич** – аспирант кафедры математического анализа ЯГПУ им. К.Д. Ушинского,
e-mail: daserge@yandex.ru



OUR AUTHORS

- Barabanshikov Vladimir Alexandrovich** – Corresponding Member of RAE, Dr. Sci. in Psychology, Professor, Head of the Laboratory, Institute of Psychology, RAS, Director of the Centre of Experimental Psychology, MCUPE,
e-mail: vladimir.barabanshikov@gmail.com
- Bayakovskiy Yury Matveyevich** – Cand. Sci. in Physics and Mathematics, Associate Professor, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University,
e-mail: bayakovski@ieec.org
- Dorokhov Vladimir Borisovich** – Dr. Sci. in Biology, Head of the Laboratory, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, RAS,
e-mail: vbdorokhov@mail.ru
- Fedorova Sofia Sergeevna** – Assistant-researcher, Branch of Psychotherapy, Psychological correction and Re-socialization, FSBI «National Scientific Centre of Narcology, Ministry of Health of RF»,
e-mail: fedorova.sofia@hotmail.com
- Karpov Anatoliy Viktorovich** – Corresponding Member of RAE, Dr. Sci. in Psychology, Professor, Dean of the Faculty of Psychology, Head of the Department of Labor and Organizational Psychology, P.G. Demidov Yaroslavl State University,
e-mail: anvikar56@yandex.ru
- Kharitonov Alexander Nikolaevich** – Cand. Sci. in Psychology, Researcher, Institute of Psychology, RAS, Senior Researcher, Centre of Experimental Psychology, MCUPE,
e-mail: ankhome47@list.ru
- Khvatov Ivan Aleksandrovich** – Cand. Sci. in Psychology, Associate Professor, Department of Psychology of Development and Acmeology, Moscow University for the Humanities,
e-mail: ittkrot@mail.ru
- Kuznetsova Olga Olegovna** – Head of the Structural Unit, Centre of psychological-medical-social support for children «Interaction»,
e-mail: olcpmss@yandex.ru
- Lunyakova Elizaveta Gennadievna** – Cand. Sci. in Psychology, Senior Research Associate of the Laboratory «Perception», Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University,
e-mail: eglun@mail.ru
- Menshikova Galina Yakovlevna** – Cand. Sci. in Psychology, Head of the Laboratory «Perception» Faculty of Psychology, Lomonosov Moscow State University,
e-mail: gmenshikova@gmail.com
- Pestun Maxim Vadimovich** – Programmer, LLC «Mail.ru Games»,
e-mail: max.pestun@gmail.com
- Pevzner Alexander Abramovich** – Dr. Sci in Engineering, Professor, Head of the Department of Innovative Technologies in education and scientific, K. D. Ushinskiy Yaroslavl State Pedagogical University
e-mail: a.pevzner@yspu.yar.ru



- Rasskazova Elena Igorevna** – Cand. Sci. in Psychology, Associate Professor, Lomonosov Moscow State University,
e-mail: e.i.rasskazova@gmail.com
- Shakhnazarov Sergey Sergeevich** – Post-graduate Student, Department of Mathematical analysis, K. D. Ushinskiy Yaroslavl State Pedagogical University,
e-mail: daserge@yandex.ru
- Tyurina Natalia Aleksandrovna** – Master of Psychology, Probationer-researcher, Laboratory of Cognitive Studies, Lecturer of the Department of Organizational Psychology, Higher School of Economics,
e-mail: natalyatyurina@gmail.com
- Utochkin Igor Sergeevich** – Cand. Sci. in Psychology, Head of the Laboratory of Cognitive Studies, Associate Professor of the Department of General and Experimental Psychology, Higher School of Economics,
e-mail: isutochkin@inbox.ru
- Voitov Vladimir Kuz'mich** – Cand. Sci. in Techniques, Professor, Faculty of Information Technologies, MCUPE,
e-mail: vvoi@mail.ru
- Zakharkin Denis Vladimirovich** – Engineer-programmer, LLC "AVI lab",
e-mail: Denis.Zakharkin@gmail.com
- Zavalko Irina Mikhailovna** – Postgraduate student, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University,
e-mail: i1rusakova@gmail.com
- Zentsova Natalia Igorevna** – Cand. Sci. in Psychology, Head of the Branch of Psychotherapy, Psychological Correction and Re-socialization, FSBI «National Scientific Centre of Narcology, Ministry of Health of RF»,
e-mail: nataliezentsova@mail.ru
- Zhegallo Alexander Vladimirovich** – Cand. Sci. in Psychology, Research Associate, Institute of Psychology, RAS, Senior Research Associate, Centre of Experimental Psychology, MCUPE,
e-mail: zhegs@mail.ru



К нашим авторам

Наш журнал публикует результаты экспериментальных психологических исследований, работы по теории и методологии психологического эксперимента, информацию о программном и аппаратном обеспечении эксперимента, о значимых событиях в мире экспериментальной психологии.

В статье, посвященной экспериментальному исследованию, как правило, должно присутствовать описание цели исследования, решаемой задачи, метода, аппаратуры и способа ее использования, стимульного материала, испытуемых, зависимых и независимых переменных, инструкции, процедуры, данных и способа их обработки, а также обсуждение результатов и общие выводы.

Короткие статьи с описанием предварительных результатов, аппаратуры для экспериментальных исследований, научных событий и т.п. могут не включать одну или несколько из обозначенных выше позиций.

Статья должна иметь аннотацию и ключевые слова (на русском и английском языках). В конце приводится список литературы. Ссылки в тексте даются в круглых скобках (автор, год). Ссылки на иностранные источники в тексте и в списке литературы приводятся на языке оригинала.

Объем статьи – до 30 тыс. знаков, информационного сообщения – до 15 тыс. знаков. Формат страницы А4, поля 2,5 см с обеих сторон, шрифт Times New Roman, кегль 12, абзац: отступ 2,5 см, междустрочный интервал 1,5. Заголовок статьи набирается прописными буквами. После заголовка, аннотации, основного текста статьи и списка литературы пропускается одна строка.

В редколлегию (почтой в адрес редакции, секретарю или любому из членов редколлегии) необходимо представить распечатанный экземпляр статьи, а также направить электронную версию по адресу: expeditorial@gmail.com.

Иллюстрации, таблицы и графики должны быть представлены отдельными файлами форматов .png, .tif, .xls электронной почтой или на диске.

Необходимо по возможности избегать надписей на рисунках и графиках: используйте цифровые обозначения с расшифровкой в подрисуночной подписи.

Аннотации и ключевые слова снабжаются переводом на английский язык.

Все научные статьи проходят рецензирование. Принятие статьи к публикации означает, что для публикации того же текста в других изданиях потребуются согласие редакции нашего журнала. Обязанностью авторов является забота о корректном использовании в тексте идей и данных других исследователей.

Отдельным файлом подаются сведения об авторах: фамилия, имя, отчество, ученая степень/звание, должность, место работы, адрес электронной почты и номер телефона для связи.

Почтовый адрес редакции: 123390, Москва, Шелепихинская наб., д. 2А, корп. Г.

Более подробно о требованиях к представляемым материалам можно узнать на сайте www.psyjournals.ru.



To our authors

Our journal is focused on the publication of the results of experimental research in psychology, works on the theory and methodology of psychological experiments, information about software and operational hardware, and about important scientific events in the experimental psychology field.

An article dedicated to an experimental research, as a rule, must contain: the description of the main goal of the research, problem being solved, method, apparatus hardware and the method of its usage, stimuli, participants, dependent and independent variables, instructions, procedures, data collected and the method of data processing, and also discussion of the results and general discussion (main conclusions).

Short articles with the descriptions of preliminary results, apparatus for experimental research, scientific events and etc. may exclude one or a few of the above positions.

An article must have an annotation and key words (both in Russian and in English). At the end there must be bibliography (references). References within the text of an article must be presented in brackets (including the author, year of publication). References to foreign sources in the text and bibliography should be provided in the original language, though accurate transliteration is acceptable.

An article should be up to 30 000 characters, a report – up to 15 000 characters. Page format – A4, margins – 2,5 cm from each side, font – Times New Roman, 12 point type; paragraph indent – 2,5 cm, line spacing – 1,5. An article title is composed with capital letters. One line space should be included after the title, annotation, the main text of article and bibliography (references).

An author should submit a print copy to the editorial board (by mail to the editorial address, to the secretary or to one of the editorial board members), and send an electronic version on e-mail address: expeditorial@gmail.com.

Illustrations, figures, tables and diagrams should be submitted in separate files, in .png, .tif, .xls formats, on optical media or sent by e-mail.

It is best to avoid printing titles on illustrations or diagrams: it is preferable to provide numeric designations along with such materials.

Annotations and keywords must be supplied with an English translation.

After an article is reviewed and accepted for publication, the publisher reserves all publication rights to that article. In other words, once the publishers accept an author's article for publication, the author cannot submit it for publication anywhere else, without our expressed permission. It is the author's responsibility to cite properly the ideas and data of other researchers.

The author must also submit, in a separate file, her or his personal information: last name, given name, middle name or patronymic, academic degree, place of work, position held, e-mail address and contact phone number.

Articles may be submitted to: 123390, Moscow, Shelepihinskaya nab., 2A, building G.

Detailed information about requirements for submitted materials can be found on our website: www.psyjournals.ru.