

УДК 159.937.53

Морошкина Н.В., Евлампиев Л.В., Халимон О.В.

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

**Влияние дополнительной моторной задачи
на оценку коротких временных интервалов¹**

The Effect of Secondary Motor Task on Time Evaluation

Аннотация

В работе представлены результаты двух экспериментов, направленных на исследование влияния дополнительной моторной задачи на точность оценки коротких временных интервалов (2, 3, 4 и 5 секунд). Участники учились удерживать клавишу в течение заданных временных интервалов, играя в компьютерную игру и получая обратную связь в условных единицах. Контрольная группа использовала стратегию вербального счета. Испытуемым экспериментальных групп было предложено два типа дополнительной моторной задачи, опосредующей счет: одна группа оценивала продолжительность нажатия на клавишу, подсчитывая количество движений рукой по бедру, вторая группа оценивала продолжительность нажатия, рисуя параллельно круги и подсчитывая их количество. Результаты свидетельствуют, что введение дополнительной моторной задачи способствовало повышению точности оценки временных интервалов за счет выработки более дифференцированных и стабильных субъективных эталонов. Более сложная дополнительная задача (рисование кругов на бумаге) привела к большему выигрышу в точности, чем простая дополнительная задача (поглаживание). Полученные результаты рассматриваются в контексте идей Н.А. Бернштейна об уровнях построения движений.

Ключевые слова: восприятие времени, оценка временных интервалов, тайминг движений, отмеривание временных интервалов, методика двойной задачи, уровни построения движений

Abstract

This article presents the results of two experiments designed to study the effects of secondary motor task on the accuracy of time evaluation (for short spaces of time: 2, 3, 4 and 5 seconds). The participants learnt to hold a button during the aforementioned time intervals, while playing a computer game and getting feedback. The control group used the verbal counting strategy. The test subjects were offered two types of secondary motor task: the first group timed the button hold by counting the number of hand movements along their thigh; the second group estimated the necessary time span length by pressing the button while drawing circles and counting their quantity. The results indicated that using secondary motor task improved the accuracy of temporal interval production due to formation of more differentiated and stable subjective representations. A more complex secondary task (drawing circles on a piece of a paper) led to a better improvement in accuracy than a simpler task (moving hand along a thigh). The results are discussed in the context of Nikolay Bernstein's idea of levels (hierarchy) of movement construction.

Keywords: time perception, time evaluation, motor timing, temporal interval production, dual-task, levels of movement construction

¹ Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 16-06-00376

Введение

Время – одно из самых фундаментальных понятий в жизни человека. Его восприятие актуально в любой сфере человеческой деятельности, поскольку качество исполнения множества задач зависит от того, насколько точно человек оценивает время.

На сегодняшний день в психологии существует довольно много исследований, посвященных вопросу о том, как сказывается на точности оценки времени выполнение дополнительных задач, и большинство из них опирается на ресурсный подход (Kahneman, 1973). В рамках него предполагается, что большинство дополнительных задач снижает точность оценки времени, поскольку их выполнение обращается к общему пулу когнитивных ресурсов. Браун назвал эффект интерференции в дизайне с двойной задачей «самым жизнеспособным и хорошо реплицируемым открытием в литературе по восприятию времени», утверждая, что координация, необходимая для *любых* заданий в многозадачном эксперименте, будет в любом случае требовать большего расхода ресурсов, что как раз интерферирует с оценкой времени (Brown, 2010, с. 107). По-видимому, этим объясняется тот факт, что исследователи долгое время не рассматривали введение дополнительной моторной задачи в качестве приема, который может способствовать повышению точности оценки временных интервалов разной длительности. Более того, исследования процессов восприятия и оценки времени (time perception, time evaluation) и тайминга движений (motor timing), т.е. регуляции собственных движений в соответствии с некоторыми временными эталонами, долгое время развивались как две независимые области. И лишь в последние годы наметилась тенденция на их сближение (см., например: O'Reagan et al., 2017; Gavazzi et al., 2013). Однако, недавно полученные опытные данные свидетельствуют, что в некоторых случаях моторная дополнительная задача может способствовать повышению точности оценки временных интервалов

(Carlini, French, 2014). Объяснить подобные факты, исходя из ресурсного подхода, довольно проблематично.

Именно такая противоречивость результатов экспериментов и неоднозначность их трактовок сподвигли нас на проведение исследования, которое бы прояснило роль дополнительных моторных задач в оценке коротких временных интервалов. В разработке наших гипотез мы опирались на идеи Н.А. Бернштейна об уровне строении психики (Бернштейн, 1966), получившие относительно недавно свое развитие в области когнитивной психологии восприятия и внимания (см. Величковский, 1999; Уточкин, 2008; Фаликман, Печенкова, 2016). Большинство современных моделей восприятия и оценки времени человеком предполагают, что именно механизмы распределения внимания являются причиной большинства искажений, наблюдаемых при исследовании субъективной оценки времени.

Мы предположили, что усложнение основной задачи по оценке временных интервалов за счет введения дополнительной моторной задачи, опосредующей эту оценку, позволит испытуемым реорганизовать свою основную деятельность, вовлекая в нее большее количество уровней сенсорных коррекций. В итоге, они смогут выработать более дифференцированные (точные) субъективные эталоны временных интервалов, на которые будет опираться их сознательная оценка. Вторым преимуществом введения именно моторной дополнительной задачи, с нашей точки зрения, является то, что субъективная оценка временных интервалов становится объективирована через параметры конкретных движений, реализуемых здесь и сейчас. Это, в свою очередь, может способствовать повышению стабильности оценок. В настоящей статье будут представлены результаты двух экспериментов, направленных на проверку выдвинутых предположений. В первом эксперименте была апробирована экспериментальная методика дополнительной моторной задачи при оценке коротких временных интервалов в рамках компьютерной игры «Гольф».

Во втором эксперименте была проверена дополнительная гипотеза о том, что *увеличение сложности* дополнительной моторной задачи, опосредующей сознательную оценку испытуемым коротких временных интервалов, будет способствовать повышению точности этой оценки за счет вовлечения большего количества степеней свободы движения и выработки более дифференцированных субъективных эталонов.

Проблема субъективной оценки времени: методы исследования

Изучение психологии времени насчитывает уже 130 лет. В своем обзоре 2012 года Хэнкок и Блок (Hancock, Block, 2012) называют проблему субъективного времени центральной темой ранней психологии. Как заметил Блок, психологам, которые предлагают модели невременного поведения, нельзя больше игнорировать время, потому что такое невременное поведение попросту не существует (Block, 2015).

Поскольку у человека, по всей видимости, нет специального органа, отвечающего за восприятие времени, исследователям оказалось довольно трудно ответить на вопрос, как может происходить оценка временных интервалов. Был предложен целый ряд различных теоретических моделей: модель *биологических часов* (Hoagland, 1933), *внутренних часов* (Treisman, 1963), теория скалярных ожиданий Гиббона (Scalar expectancy theory), подхваченная затем и другими учеными (Gibbon, 1977; Gibbon et al., 1984; Wearden, McShane, 1988; Allan, Gibbon, 1991; Droit-Volet et al., 2001; Droit-Volet, Gil, 2009), модель *клапана внимания* Блока и Закая (Attentional gate model) (Zakay et al., 1995; Zakay, Block, 1996). В последнее десятилетие также приобрели популярность модели, предполагающие отсутствие конкретного «часового механизма» у человека, такие как *модель сети, зависимой от состояния* (Karmarkar, Buonomano, 2007; Buonomano et al., 2009).

Какой бы модели ни придерживались ученые в своих исследованиях, очевидно, что субъективное время, являющееся результатом обработки

психикой всего комплекса обратной связи от внутренней и внешней среды, далеко не всегда совпадает с объективным астрономическим временем. Такой комплексный субъективный образ времени формируется под воздействием ряда факторов, которые могут по-разному искажать объективную картину времени человека. К факторам, благодаря которым испытуемые недооценивают или переоценивают временные промежутки, относят: *эмоции* (Droit-Volet et al., 2004; Droit-Volet et al., 2007; Noulhiane et al., 2007), *возбуждение (arousal)* (Zakay et al., 1983; Penton-Voak et al., 1996), *стресс* (Buetti, Lleras, 2012; van Hedger, 2017), *тревожность (anxiety)* (Bar-Haim, Keren, Lamy, Zakay, 2010) и *нейротизм* (Чилигина, 2015), а также *наличие дополнительной нагрузки* (перцептивная, моторная или когнитивная дополнительная задача) (см. мета-анализ: Block et al., 2010) и др.

Изучение влияния вышеупомянутых факторов на оценку временных интервалов проводится в рамках одной из традиционно сложившихся методик. Если исследователей интересует, как человек регулирует собственные движения в соответствии с внешними эталонами, то они прибегают к методике *тайминга движений*. Задачи подобного рода мы выполняем практически ежеминутно, особенно при выполнении комплексной деятельности, когда предсказываем движения других во времени и синхронизируем с ними свои (например, игра в теннис или танцы под музыку). Чаще всего такие исследования используют дизайн пальцевого тэппинга (finger-tapping) в такт внешнему аудиальному стимулу, который и становится эталоном (externally-guided) или произвольно в удобном для себя темпе (internally-guided). С помощью данной методики было установлено, что, несмотря на индивидуальные особенности, наиболее часто встречающимся естественным ритмом постукивания пальцем является 1 раз в 600 мсек (Fraisse, 1982). Эти результаты были воспроизведены и уточнены до 500-600 мсек (O'Reagan et al., 2017). Другими вариантами дизайна исследований являются слежение пальцем за визуальным объектом

(например, Carlini, French, 2014), ходьба или аплодисменты (van Noorden et al., 1999).

Вторая методика – это *исследования восприятия/оценки длительности временного интервала* (например, длительности предъявления какого-либо стимула). Именно с таких исследований началось изучение отношений человека и времени в психологии (например, классический поиск «индивидуальной минуты» (Hoagland, 1933)).

Традиционно считалось, что данные виды методик исследуют разные процессы, однако в последнее время появляется все больше исследований, говорящих о том, что в основе восприятия времени и тайминга движений могут лежать общие механизмы. Исследователи из Университета Орегона сравнили успешность выполнения группами заданий по моторному таймингу и по оценке временных интервалов и обнаружили, что испытуемые, оказавшиеся лучшими в одной категории, были также наиболее успешными и в другой, что дало повод предположить, что для обоих заданий им требовался один и тот же навык (Keele et al., 1985). Более современные исследования подтверждают это и нейрофизиологическими данными, которые в совокупности могут свидетельствовать о том, что нейрональные механизмы, позволяющие воспринимать время, распределены в разных мозговых зонах, и внутренние моторные репрезентации, связанные с временной деятельностью, могут способствовать улучшению восприятия времени и связанной с этим моторной активности (O'Reilly et al., 2008; Beudel et al., 2009; Lewis et al., 2003; Akkal et al., 2004). Также о сближении и взаимовлиянии этих двух областей исследования говорят и упомянутые нами ранее современные исследования в когнитивной психологии (Carlini, French 2014; O'Reagan et al., 2017).

Исследования влияния дополнительной задачи (перцептивной, моторной или когнитивной/исполнительной) (dual-task paradigm) на точность восприятия и оценки времени, как правило, проводятся в рамках *ресурсного*

подхода (Kahneman, 1973). Он постулирует наличие ограниченного пула ресурсов внимания («психической энергии»), которые тратятся на выполнения любого задания. Если сложность или количество задач увеличивается, то эффективность их выполнения падает. В исследованиях восприятия временных интервалов эффект интерференции приводит к тому, что оцениваемые интервалы кажутся испытуемым короче и/или оцениваются с большим разбросом. Важно отметить, что при этом наблюдается определенная асимметрия в распределении ресурсов: в большинстве случаев введение дополнительной задачи, будь то счет в уме или запоминание букв, снижает точность оценки времени, однако необходимость оценивать время не приводит к ухудшению выполнения параллельной задачи (Brown, 1997). Большинство исследований показывает, что при увеличении сложности дополнительного задания или количества заданий величина интерференции также увеличивается (см. эксперименты: Zakay et al., 1983; Brown, 1985; Sawyer et al., 1994; Fortin, Breton, 1995; Hicks et al., 1977). Однако, стоит заметить, что, если испытуемые проходят стадию научения хотя бы по одному из заданий, эффект интерференции значительно снижается (Brown, Bennett, 2002). Более того, встречаются данные, которые еще труднее вписать в рамки ресурсного подхода.

Так, в своем исследовании 2014 года Карлини и Френч (Carlini, French, 2014) продемонстрировали, что их дополнительное моторное задание (слежение рукой за движущимся визуальным стимулом) способствовало повышению точности оценки времени предъявления этого стимула (испытуемые с дополнительной задачей справились лучше, чем группа, следившая за движущимся объектом только глазами). Затем исследователи распределили группы по траектории движения визуального стимула, и группа, которой досталась наиболее естественная, «биологическая» траектория (линия, напоминающая параболу), справилась с заданием лучше групп, следивших за объектом по прямым линиям. Ученые объяснили успех

групп с дополнительной задачей, основываясь на теории Навона и Гофера (Navon, Gopher, 1979), которые в рамках ресурсного подхода предположили, что, хоть общая психическая энергия и ограничена, дополнительные задания могут нести не только «сопутствующие затраты» внимания, как в классической теории, но и «сопутствующие выгоды», в случае если второе задание каким-то образом подходит первому. Более того, ученые опирались на другие исследования, которые хоть и не применяли метод двойной задачи, но все же свидетельствовали о положительном влиянии ассоциации моторной активности и восприятия времени (Gavazzi et al., 2013).

Однако нам кажется, что теоретическое обоснование этих результатов в рамках ресурсного подхода неконструктивно, поскольку акцент в этом случае делается на вопросе о едином vs составном характере ресурсов внимания. В то время как более принципиальным является вопрос о характере перестройки, реорганизации когнитивных механизмов, обеспечивающих решение более сложной (двойной) задачи. В современных теориях внимания все чаще авторы начинают говорить об уровневой организации его механизмов (Величковский, 1999; Уточкин, 2008), активно привлекая к построению теоретических моделей творческое наследие Н.А. Бернштейна, работавшего над физиологическими обоснованиями двигательной активности. Для нас наиболее интересной является идея Н.А. Бернштейна о связи внимания и движения, реализованная им в понятии ведущего уровня построения движения. Согласно теории Н.А. Бернштейна (Бернштейн, 1947; 1966), движение строится на нескольких иерархических уровнях (от А до Е) в зависимости от задачи конкретной активности – от более простых до более комплексных. Необходимо также отметить, что уровни построения движения отражают не как таковую сложность самой реализации движения, а уровень фоновой коррекции. Движение корректируется в процессе за счет имеющейся информации о необходимых характеристиках движения (которые определяются его целями) и новых

данных о ходе его реализации и состоянии внешней среды в данный момент. Получается, что переход с одного уровня на другой осуществляется благодаря *повышению сложности задачи движения*. Характеристики уровня, который отходит на фоновый план, автоматизируются в рамках общего двигательного акта, что позволяет выполнить задание более эффективно. Так, исследования А.Н. Леонтьева и А.В. Запорожца, которые работали над восстановлением движений руки раненых бойцов, показали, что при усложнении задачи (от простого поднятия руки как можно выше – уровень В, до манипуляций со шляпой – уровень D) движения приобретали новые характеристики, в частности, большую амплитуду, и больные могли поднять руку все выше (по: Гиппенрейтер, 2002).

Таким образом, проявление эффекта интерференции в исследованиях с двойной задачей будет зависеть не от наличия дополнительной задачи как таковой, а от ее *типа*, и в определенных случаях второстепенное задание может способствовать повышению точности выполнения основной задачи. Мы предположили, что критериями подходящей дополнительной задачи будут ее *конгруэнтность* основному заданию, а также достаточный уровень *сложности*. Под конгруэнтностью мы понимаем возможность включения дополнительной задачи в процесс осуществления первичной, таким образом, чтобы она стала своего рода подэтапом. Наиболее частая стратегия испытуемых, когда им нужно отмерить определенный временной интервал, как правило, сводится к внутреннему счету. Нами было разработано два типа дополнительной моторной задачи, которая бы позволила опосредовать счет движением. Сложность дополнительной моторной задачи варьировалась за счет увеличения числа степеней свободы используемого движения с опорой на предложенные в работах Н.А. Бернштейна уровни построения движений (Бернштейн, 1947; 1966).

Теоретические гипотезы

- 1) Введение дополнительной моторной задачи, опосредующей сознательную оценку испытуемыми коротких временных интервалов, будет способствовать повышению точности этой оценки.
- 2) Увеличение сложности дополнительной моторной задачи, опосредующей сознательную оценку испытуемым коротких временных интервалов, будет способствовать повышению точности этой оценки за счет выработки более дифференцированных и стабильных субъективных эталонов.

Для проверки выдвинутых гипотез было проведено два эксперимента (пилотажный и основной). В качестве первичной задачи всем участникам предлагалось сыграть в компьютерную игру «Гольф», разработанную ранее В.А. Гершкович и Д.И. Урих (Гершкович, Урих, 2015), в ходе которой испытуемый должен научиться попадать шариком в лунки, находящиеся на разном расстоянии от него. Дальность полета шарика определяется длительностью нажатия на клавишу «пробел»: чем дольше удержание, тем дальше летит шарик. На экране отсутствуют шкалы отсчета и прочие визуальные указатели, отражающее отмеряемое время. Игрокам необходимо самостоятельно выработать субъективные эталоны временных интервалов, соответствующих заданным расстояниям до лунок. Проведенные ранее исследования (Гершкович, Урих, 2015; Гершкович, Урих, 2017) показали, что данная задача является довольно трудной для испытуемых и требует тренировки. При этом на этапе соревнования могут возникать специфические ошибки в оценке (отмеривании) интервалов, предположительно связанные с флуктуациями внимания и когнитивного контроля, вызванными соревновательным давлением (Кулиева и др., 2018).

На основе выдвинутых теоретических гипотез нами были разработаны два варианта дополнительной моторной задачи, которая бы позволила опосредовать оценку временных интервалов движением и, тем самым,

повысить точность последней и сделать ее устойчивой к воздействию соревновательного давления. Первый – простой – вариант дополнительной моторной задачи заключался в простом поглаживании рукой по бедру. Испытуемый должен был левой рукой удерживать клавишу «пробел» (от которой зависела дальность полета шарика на экране), и считать при этом количество движений правой рукой по бедру. Второй – сложный – вариант дополнительной моторной задачи состоял в рисовании кругов ручкой на бумаге. Испытуемый должен был левой рукой удерживать клавишу «пробел» и считать при этом количество кругов, рисуя их правой рукой с помощью ручки на листе бумаги. Напомним, что по концепции Н.А. Бернштейна (Бернштейн, 1966), первый вариант моторной задачи будет соответствовать уровню В (уровень синергий), а второй вариант – уровню D (уровень предметных действий). Контрольная группа, которая не выполняла никаких дополнительных моторных задач, должна была отмерять время удержания клавиши «пробел», используя счет в уме. В пилотажном эксперименте был апробирован только первый вариант дополнительной моторной задачи. В основном эксперименте исследовалось влияние дополнительной моторной задачи обоих типов в сравнении с контрольным условием.

Эксперимент 1 (пилотаж)

Характеристики выборки

В исследовании приняло участие 20 добровольцев: студенты факультета свободных наук и искусств СПбГУ (из них 18 жен.), в возрасте от 18 до 20 лет. Зрение: нормальное или скорректированное до нормального.

Стимульный материал и аппаратура

Программа «Гольф» запускалась на операционной системе OS X через виртуальную машину VMware Fusion с операционной системой Windows 8. Для эксперимента использовался монитор с диагональю 13 дюймов

(графический процессор Intel HD Graphics 4000). Расстояние до экрана в среднем – 40-50 см. Диаметр мяча составлял 0,6 см, диаметр лунки – 1,6 см. Скорость полета мяча – 2 см/с. Попадание засчитывалось, если мяч попадал полностью в пределы лунки. Допустимое отклонение от центра лунки – 0,5 см в обе стороны, во временных единицах измерения – 250 мс в обе стороны (см. рисунок 1).

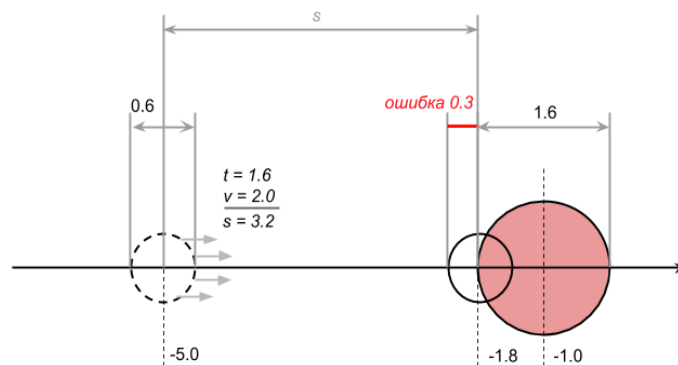


Рисунок 1 – Схема расчета дальности полета мяча в компьютерной игре «Гольф»

В игре было запрограммировано четыре положения лунки, которые отличались друг от друга расстоянием до шарика: 4, 6, 8 и 10 см (что соответствовало 2, 3, 4 и 5 секундам удержания клавиши соответственно). Лунка сохраняла фиолетовый цвет, шарик – белый, положение шарика на экране не менялось. Все удары совершались по горизонтальной оси.

Испытуемые регулировали силу удара и, соответственно, расстояние, которое пролетал шарик, нажатием на клавишу «пробел». В каждой попытке испытуемый сначала видел картинку с изображением мяча и лунки, затем, оценив на глаз расстояние, испытуемый нажимал на клавишу «пробел» и удерживал ее в течение времени, соответствующего, по его мнению, предъявленной позиции. После того, как испытуемый отпускал клавишу, на экране демонстрировалась анимация полета шарика с финальной позицией, соответствующей его дальности. После каждого удара испытуемый получал обратную связь о величине ошибки, т.е. отклонения от центра мишени в

условных метрах (в программе 1 условный м = 1 см) со знаком отклонения («-» – недолет, «+» – перелет). Игрок получал 1 балл за попадание и 0 баллов за промах.

Процедура эксперимента

Перед началом эксперимента испытуемые получали инструкцию о правилах игры в «Гольф», а также о том, какую стратегию они должны использовать, чтобы научиться отмерять правильные временные интервалы (время нажатия на кнопку). Испытуемые случайным образом были распределены на две группы по 10 человек в каждой: первая оценивала продолжительность нажатия на кнопку, считая в уме – «вербальная группа» (ВГ), вторая оценивала продолжительность нажатия на кнопку, подсчитывая количество движений рукой по бедру – «моторная группа» (МГ).

Процедура игры состояла из двух сессий: тренировочной (80 лунок) и соревновательной (60 лунок). В обеих сессиях лунки разной дальности предъявлялись в случайном порядке. В соревновательной сессии соперником испытуемого выступал компьютер. Во время соревнования испытуемый и компьютер выполняли удары поочередно. Переход между двумя сессиями происходил автоматически. Во время тренировки испытуемый видел количество своих попаданий из восьмидесяти. В соревновании игрок также видел количество попаданий компьютера. Соперник был запрограммирован попадать с вероятностью 90% при попадании игрока и с вероятностью 50% – при его промахе. Испытуемые не получали информации об этой закономерности. По завершении эксперимента все участники проходили устное постэкспериментальное интервью (см. Приложение).

На втором этапе исследования через месяц вся процедура эксперимента повторялась с теми же испытуемыми, чтобы определить устойчивость выработанных ими временных эталонов.

Экспериментальные гипотезы

- 1) Дополнительная моторная задача позволит испытуемым моторной группы выработать более точные субъективные эталоны временных интервалов, что приведет к значимо большему количеству попаданий по сравнению с вербальной группой.
- 2) Выработанные в моторной группе в результате научения субъективные эталоны временных интервалов будут устойчивы во времени, что приведет к большему количеству попаданий на втором этапе через месяц по сравнению с вербальной группой.

Результаты пилотажного эксперимента

1) Анализ доли попаданий в лунку в каждой группе на первом и втором этапе

Мы провели статистический анализ результатов испытуемых, показанных ими на каждом этапе эксперимента, методом хи-квадрат Пирсона. На первом этапе были обнаружены значимые различия между вербальной и моторной группой при сравнении доли попаданий в лунку в соревновательной сессии, которая составила в ВГ – 0,54 и в МГ – 0,66 ($\chi^2(1) = 16.826$, $p = 0,001$). В тренировочной сессии значимых различий обнаружено не было: ВГ – 0,45 и МГ – 0,46 ($\chi^2(1) = 0.09$, $p = 0.763$) (см. рисунок 2, Этап 1). На втором этапе обнаружены значимые различия между группами и на тренировке: МГ – 0,63, ВГ – 0,5 ($\chi^2(1) = 22.952$, $p = 0,001$); и на соревновании: МГ – 0,76, ВГ – 0,56 ($\chi^2(1) = 47.704$, $p = 0,001$) (см. рисунок 2, Этап 2).

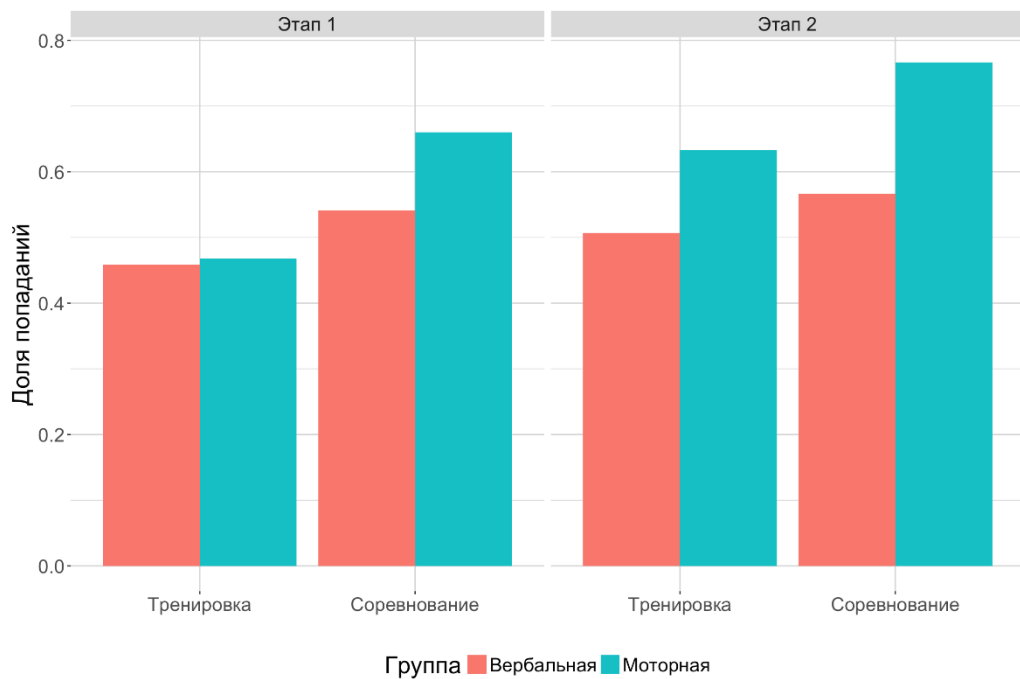


Рисунок 2 – Доля попаданий в лунку в ВГ и МГ на 1 и 2 этапах эксперимента

2) Анализ результатов постэкспериментального интервью

В ходе постэкспериментального интервью испытуемым задавалось два вопроса относительно того, какие субъективные эталоны они подобрали для оценки длительности каждого из временных интервалов (соответствующих лункам определенной дальности). Испытуемых спрашивали, сколько, как им кажется, типов лунок было в игре, и какой счет они использовали для попадания в лунку каждого типа (дальности).

Оказалось, что далеко не все испытуемые точно определили, сколько временных интервалов использовалось. В ВГ только 6 из 10 испытуемых правильно ответили, что лунки были четырех типов, в МГ таких испытуемых было 8 из 10. Остальные испытуемые говорили, что лунок было три, пять, или шесть. Ответы на вопрос о применяемом счете для каждой лунки демонстрируют широкий разброс (минимальный счет – 2, 3, 4, 5; максимальный счет – 5, 6, 9, 10). Некоторые испытуемые так и не смогли

выработать точный счет и сообщали примерный диапазон для какой-то лунки (например: 4, 5-6, 6-7, 8), некоторые использовали дробный счет (например: 3; 4,5; 6; 7,5). Только некоторые испытуемые подобрали такие субъективные эталоны, которые верно отражали равенство различий между используемыми в эксперименте временными интервалами (интервалы различались на 1 сек и равнялись 2, 3, 4, и 5 сек соответственно). В ВГ таких испытуемых было 2 из 10, в МГ – 6 из 10.

В целом, качественный анализ ответов испытуемых об их субъективных временных эталонах свидетельствует о большой вариативности последних, а также о том, что в МГ эти эталоны более точно отражали объективные характеристики присутствовавших в задаче временных интервалов. Однако для количественного анализа полученных в пилотажном эксперименте данных недостаточно.

Обсуждение результатов пилотажа

Полученные в ходе пилотажного исследования результаты, в целом, подтверждают выдвинутую гипотезу о положительном влиянии дополнительной моторной задачи на точность оценивания коротких временных интервалов. Полученный эффект устойчив во времени. На втором этапе исследования, который проходил через месяц после первого этапа, значимые различия в точности выполнения основной задачи наблюдаются уже на этапе тренировочной сессии и продолжают оставаться значимыми на этапе соревнования.

При этом стоит отметить, что задача выработки субъективных временных эталонов в предложенной задаче остается довольно трудной для испытуемых. Часть из них даже к концу второго этапа путается в том, какое количество лунок разной дальности (и, соответственно, интервалов разной длительности) использовалось в эксперименте. Анализ данных постэкспериментального интервью показал большую вариативность

эксплицитных субъективных эталонов временных интервалов, выраженную в вербальном счете, либо в подсчете поглаживаний, а также наличие у некоторых испытуемых дробных и размытых эталонов. На глаз видно, что в МГ эти эталоны более точно отражали объективные характеристики присутствовавших в задаче временных интервалов, чем в ВГ. Однако для количественного анализа полученных в пилотажном эксперименте данных недостаточно.

Эксперимент 2 (основной)

Характеристики выборки

В эксперименте приняло участие 60 добровольцев в возрасте от 18 до 28 лет. Из них 13 мужчин и 47 женщин; 3 левши, 57 правшей. Зрение: нормальное или скорректированное до нормального.

Стимульный материал и аппаратура

Все материалы и аппаратура были аналогичны использованному в пилотажном эксперименте.

Процедура эксперимента

Процедура эксперимента, в основном, повторяла использованную в пилотаже. Различие состояло в трех моментах. Во-первых, все исследование проводилось в один этап, состоящий из тренировочной сессии (80 лунок) и соревнования (60 лунок). Порядок предъявления лунок был изменен, поскольку рандомизированное представление лунок в пилотаже послужило причиной путаницы в количестве лунок у участников. В основном эксперименте испытуемым сразу сообщалось о том, что будет четыре типа лунок. В тренировочной сессии лунки разной дальности предъявлялись сериями по 10 штук: сначала шли подряд 10 двухсекундных лунок, затем 10 трехсекундных, 10 четырехсекундных и 10 пятисекундных, после чего все

повторялось. Переход между сериями происходил автоматически. После завершения тренировки игрок получал информацию о количестве набранных баллов из 80. В соревновании лунки разной дальности предъявлялись в случайном порядке.

Третье отличие основного эксперимента состояло в том, что использовалось два типа дополнительной моторной задачи: простая (поглаживание по бедру) и сложная (рисование кругов). Все участники были случайным образом распределены на три группы по 20 человек в каждой: первая оценивала продолжительность нажатия на кнопку, считая в уме (ЭГ-верб), вторая оценивала продолжительность нажатия на кнопку, подсчитывая количество движений рукой по бедру (ЭГ-погл), третья группа оценивала продолжительность нажатия, рисуя параллельно круги и подсчитывая их количество (ЭГ-круги).

Экспериментальные гипотезы

- 1) Количество попаданий будет расти с увеличением сложности дополнительной моторной задачи: будет самым большим в группе с дополнительной задачей по рисованию кругов, и самым низким – в вербальной группе без дополнительной задачи.
- 2) Среднеквадратичное отклонение от центра лунок будет уменьшаться с увеличением сложности дополнительной моторной задачи и будет наименьшим в группе с рисованием кругов, а наибольшим – в вербальной группе.
- 3) Испытуемые, выполняющие более сложную дополнительную задачу (рисование кругов), смогут выработать более точные эталоны нужных временных интервалов, что найдет свое отражение в их самоотчетах в постэкспериментальном интервью.

Результаты основного эксперимента

1) Анализ вероятности попадания в лунку в каждой группе на этапе тренировки и соревнования

Для подсчета средней вероятности попадания в лунку на этапе тренировки и соревнования данные были агрегированы по испытуемым. Один испытуемый из ЭГ-погл показал резкое падение точности при переходе к соревнованию, что по данным постэкспериментального интервью отражало потерю интереса к эксперименту, его данные были исключены из дальнейшего анализа.

Затем был проведен двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями γ ANOVA. В качестве внутригруппового фактора выступала дальность лунки (2, 3, 4, 5 сек), в качестве межгруппового фактора – тип дополнительной задачи (задача «круги» / задача «поглаживания» / без доп. задачи), в качестве зависимой переменной – средняя вероятность попадания.

а) Анализ результатов тренировочной серии

Обнаружено значимое влияние фактора дальности лунки $F(3, 168) = 5,047$, $p < 0,01$, а также фактора дополнительной задачи $F(2, 56) = 11,694$, $p < 0,001$ на вероятность попадания. Значимого взаимодействия факторов не обнаружено $F(6, 168) = 0,315$, $p = 0,928$. С увеличением дальности лунки в среднем вероятность попадания падает во всех трех группах. При этом испытуемые из ЭГ-круги попадают, в среднем, чаще; испытуемые ЭГ-верб. попадают, в среднем, реже; а испытуемые ЭГ-погл. занимают промежуточное положение (см. рисунок 3).

Попарные сравнения вероятности попадания в трех группах показали значимые различия между группами ЭГ-круги и ЭГ-верб. ($t(56) = 4,806$, $p < 0,001$), а также между ЭГ-погл. и ЭГ-верб. ($t(56) = 2,816$, $p = 0,02$).

Различия между группами ЭГ-круги и ЭГ-погл. не достигают значимости ($t(56) = 1,931, p = 0,139$).

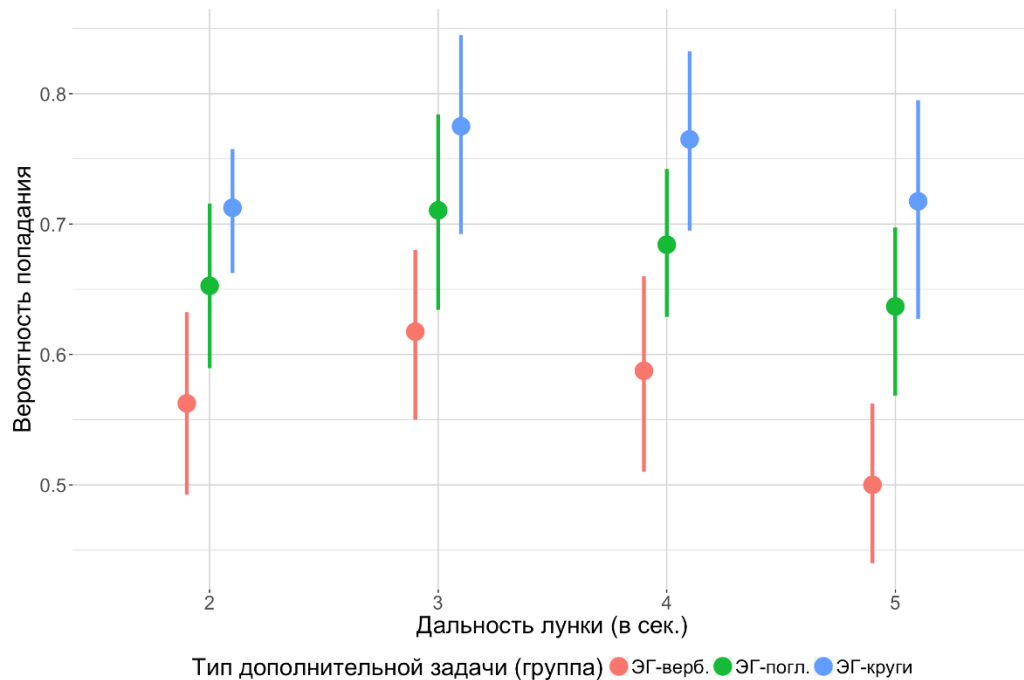


Рисунок 3 – Вероятность попадания в лунку в группах в зависимости от дальности лунки и типа дополнительной задачи на этапе тренировки

б) Анализ результатов соревновательной серии

На этапе соревнования обнаружено значимое влияние фактора дальности лунки $F(3, 168) = 32,622, p < 0,001$, а также фактора дополнительной задачи $F(2, 56) = 10,088, p < 0,001$ на вероятность попадания. Значимого взаимодействия факторов не обнаружено $F(6, 168) = 1,096, p = 0,367$. С увеличением дальности лунки, в среднем, вероятность попадания падает во всех трех группах. При этом испытуемые из ЭГ-круги попадают, в среднем, чаще; испытуемые ЭГ-верб. попадают, в среднем, реже; а испытуемые ЭГ-погл. занимают промежуточное положение (см. рисунок 4).

Попарные сравнения вероятности попадания в трех группах показали значимые различия только между группами ЭГ-круги и ЭГ-верб.

($t(56) = 4,488, p < 0,001$). Различия между группами ЭГ-круги и ЭГ-погл. не достигают значимости ($t(56) = 2,375, p = 0,054$), также как и различия между ЭГ-погл. и ЭГ-верб. ($t(56) = 2,055, p = 0,109$).

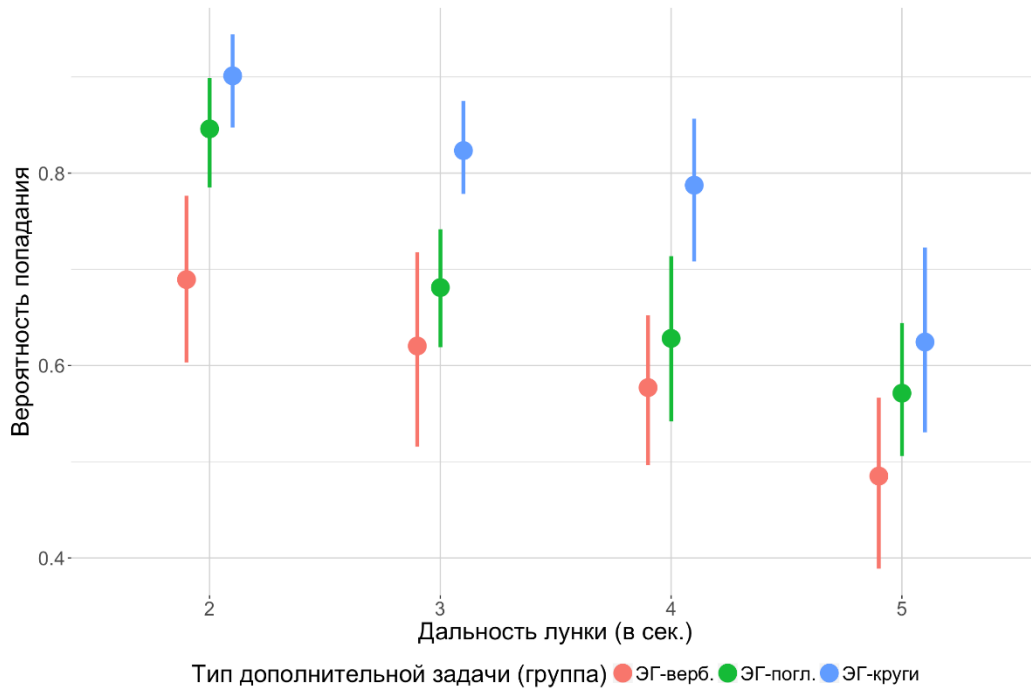


Рисунок 4 – Вероятность попадания в лунку в группах в зависимости от дальности лунки и типа дополнительной задачи на этапе соревнования

2) Анализ средней величины отклонения от заданных временных интервалов (стандартной ошибки) в каждой группе на этапе соревнования

Для анализа того, насколько точно испытуемым каждой группы удалось выработать временные эталоны удержания клавиши, соответствующие лункам разной дальности, были построены эмпирические распределения времени удержания клавиши при ударах по лунке каждого типа индивидуально по каждому испытуемому. Затем из анализа были удалены значения, выходящие за пределы 1,5 межквартильного размаха. После этого были подсчитаны средние, соответствующие индивидуальному представлению испытуемого о длительности каждого временного интервала, а также величина стандартного отклонения. Анализовались только данные,

полученные на этапе соревнования, поскольку именно здесь испытуемые старались показать свою максимальную точность.

Средние величины времени удержания клавиши демонстрируют довольно точную оценку испытуемыми заданных в игре временных интервалов во всех трех группах (см. таблицу 1). Однако величина стандартного отклонения в группах существенно различалась, что может свидетельствовать о выработке более точных (стабильных) субъективных эталонов в ЭГ-круги, по сравнению с ЭГ-погл. и ЭГ-верб. (см. таблицу 2).

Таблица 1 – Средняя длительность удержания клавиши в зависимости от заданного временного интервала в трех группах

группа	2 сек.			3 сек.			4 сек.			5 сек.		
	Сред., в сек.	Стд. откл.	N	Сред., в сек.	Стд. откл.	N	Сред., в сек.	Стд. откл.	N	Сред., в сек.	Стд. откл.	N
ЭГ- верб.	2,09	0,17	20	3,13	0,21	20	4,02	0,15	20	4,96	0,29	20
ЭГ- погл.	2,08	0,11	19	3,14	0,15	19	4,01	0,14	19	4,97	0,25	19
ЭГ- круги	2,06	0,13	20	3,13	0,12	20	4,00	0,09	20	4,97	0,22	20

Таблица 2 – Средняя величина среднеквадратичного (стандартного) отклонения в зависимости от заданного временного интервала в трех группах

группа	2 сек.			3 сек.			4 сек.			5 сек.		
	Сред., в сек.	Стд. откл.	N	Сред., в сек.	Стд. откл.	N	Сред., в сек.	Стд. откл.	N	Сред., в сек.	Стд. откл.	N
ЭГ- верб.	0,26	0,11	20	0,31	0,15	20	0,34	0,15	20	0,39	0,15	20
ЭГ- погл.	0,20	0,09	19	0,24	0,09	19	0,27	0,13	19	0,31	0,15	19
ЭГ- круги.	0,13	0,06	20	0,18	0,10	20	0,21	0,13	20	0,26	0,11	20

Был проведен двухфакторный дисперсионный анализ с повторными измерениями *rANOVA*. В качестве внутригруппового фактора выступала дальность лунки (2, 3, 4, 5 сек.), в качестве межгруппового фактора – тип

дополнительной задачи (задача «круги» / задача «поглаживания» / без доп. задачи), в качестве зависимой переменной – средняя величина стандартного отклонения.

Обнаружено значимое влияние фактора дальности лунки $F(3, 168) = 19,323$, $p < 0,001$, а также фактора дополнительной задачи $F(2, 56) = 9,740$, $p < 0,001$ на величину стандартного отклонения. Значимого взаимодействия факторов не обнаружено $F(6, 168) = 0,102$, $p = 0,996$. Таким образом, чем дальше расположена лунка и чем дольше, соответственно, необходимо удерживать клавишу пробел, тем больше величина отклонения от заданного эталона во всех трех группах. При этом испытуемые из ЭГ-круги демонстрируют наименьшую величину отклонения, испытуемые ЭГ-верб. – наибольшую, а испытуемые ЭГ-погл. занимают промежуточное положение (см. таблицу 2).

Попарные сравнения величины стандартного отклонения в трех группах показали значимые различия только между группами ЭГ-круги и ЭГ-верб. ($t(56) = 4,411$, $p < 0,001$). Различия между группами ЭГ-круги и ЭГ-погл. не достигают значимости ($t(56) = 2,036$, $p = 0,113$). Различия между ЭГ-погл. и ЭГ-верб. находятся на уровне тенденции ($t(56) = 2,318$, $p = 0,062$).

3) Индивидуальные особенности субъективных эталонов временных интервалов (по данным интервью) и их связь с общей успешностью

В отличие от пилотажного эксперимента, в основном исследовании тренировочная серия была организована так, чтобы все испытуемые точно знали, что в игре используется всего 4 типа лунок. При этом реальная длительность нажатия клавиши, необходимая для попадания в каждую лунку, испытуемым была неизвестна. У каждого испытуемого было в сумме по 20 попыток на то, чтобы подобрать оптимальный счет (вербальный счет / кол-во кругов / кол-во поглаживаний) для каждой лунки (всего 80 проб) и соответствующую ему длительность нажатия клавиши.

В постэкспериментальном интервью мы просили испытуемых сообщить, какой счет они использовали для каждой лунки. Далее мы определили, кто из испытуемых смог эксплицировать тот факт, что разница между четырьмя использованными в задаче временными интервалами (2, 3, 4 и 5 сек.) была одинаковой (1 сек.). Таких испытуемых оказалось примерно одинаковое количество в каждой группе: в ЭГ-верб. (7), в ЭГ-круги (7) и в ЭГ-погл. (10).

Затем мы провели двухфакторный дисперсионный анализ, чтобы определить, связана ли обнаруженная нами индивидуальная особенность субъективных временных эталонов с успешностью в основной задаче и с фактором типа дополнительной задачи.

Был проведен двухфакторный дисперсионный анализ ANOVA. В качестве первого межгруппового фактора выступал тот факт, определил или нет данный испытуемый равенство интервалов между лунками, в качестве второго межгруппового фактора – тип дополнительной задачи (задача «круги» / задача «поглаживания» / без доп. задачи), в качестве зависимой переменной – средняя вероятность попадания (см. рисунок 5).

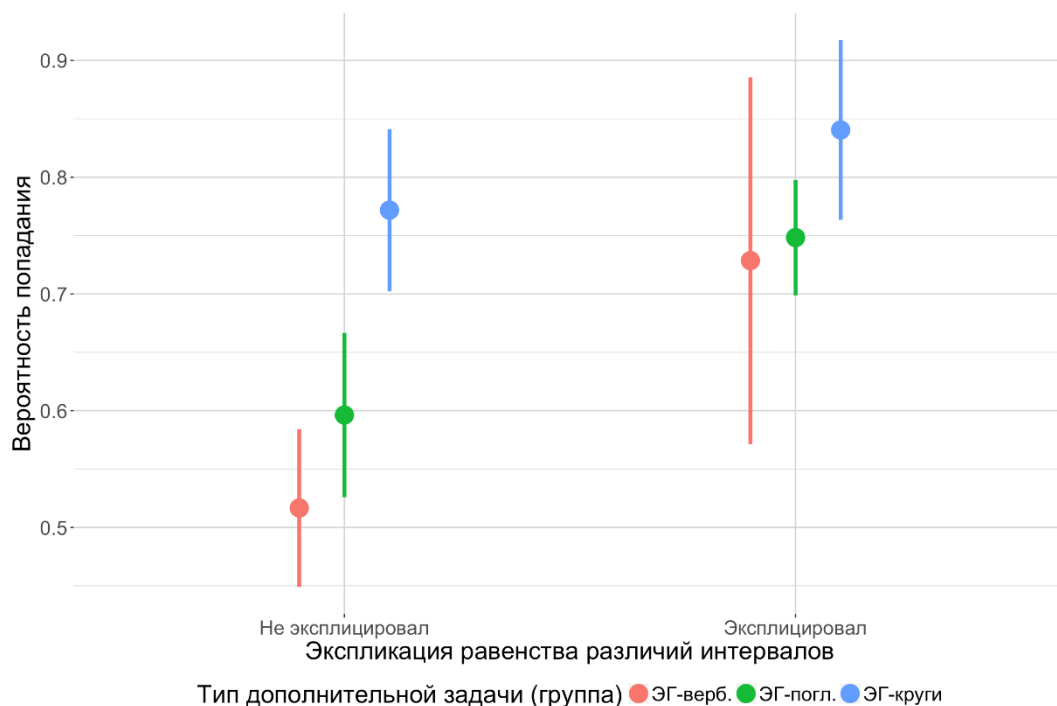


Рисунок 5 – Вероятность попадания в лунку в группах в зависимости от экспликации испытуемым равенства интервалов и типа дополнительной задачи на этапе соревнования

Результаты анализа показывают, что во всех трех группах испытуемые, определившие равенство различий оцениваемых временных интервалов, более успешны, чем испытуемые, которые не смогли эксплицировать это равенство ($F(1, 53) = 17,74$, $p < 0,001$). При этом фактор типа дополнительной задачи также оказывает значимое влияние на успешность ($F(2, 53) = 24,11$, $p < 0,001$). Взаимодействие факторов не обнаружено ($F(2, 53) = 1,97$, $p = 0,149$).

Далее мы обратили внимание на то, что часть испытуемых, несмотря на тренировочную серию, в которой четко указывалось количество разных лунок – 4, не смогли четко определить эталон для каждой лунки или определили его как дробное количество поглаживаний, кругов или вербальных единиц. Таких испытуемых оказалось больше всего в контрольной группе (10), затем в группе с поглаживаниями (9) и меньше всего в группе с кругами (6). Этот факт указывает на то, что дополнительная задача с кругами, по-видимому, помогла большему числу испытуемых выработать четкие эталоны.

Далее мы провели однофакторный дисперсионный анализ ANOVA, чтобы определить, связаны ли обнаруженные нами различия в четкости субъективных эталонов с успешностью в основной задаче. В качестве межгруппового фактора выступала четкость / нечеткость эталонов, в качестве зависимой переменной – вероятность попадания в лунку. Мы не включали в анализ фактор группы, поскольку количество испытуемых с выявленными особенностями различалось в зависимости от группы (рисунок 6).

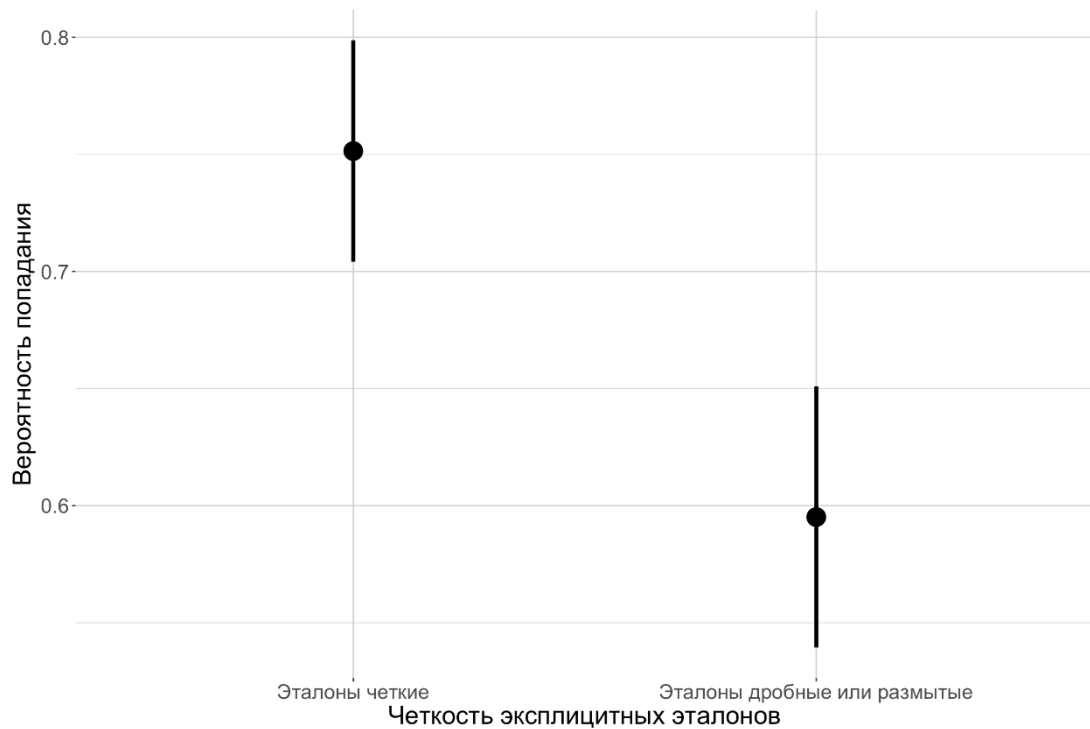


Рисунок 6 – Вероятность попадания в лунку в группах на этапе соревнования, в зависимости от четкости эксплицитных временных эталонов

Результаты данного анализа согласуются с предыдущими результатами. Испытуемые, которые не смогли отчитаться в постэкспериментальном интервью о четких эталонах временных отрезков (т.е. использовали дробные величины или указывали на неопределенный промежуток, например: лунка №2 – 7-8 кругов или лунка №1 – счет до 5-6-7), показывают меньшую успешность в основной задаче (см. рисунок 6) ($F(1, 57) = 18,97, p < 0,001$). При этом, в группе, использовавшей задачу «круги», таких испытуемых было меньше всего, а в группе с вербальным счетом – больше всего. Таким образом, результаты поддерживают наше предположение о том, что именно дополнительная задача с кругами способствовала выработке у испытуемых более точных / стабильных временных эталонов, что, в свою очередь, привело к большей точности в выполнении основной задачи «Гольф».

Обсуждение результатов основного эксперимента

При проведении основного эксперимента нами проверялось две гипотезы. Согласно первому предположению, введение дополнительной моторной задачи, опосредующей сознательную оценку испытуемыми коротких временных интервалов, будет способствовать повышению точности этой оценки. Данное предположение уже получило подтверждение в пилотажном исследовании, и в основном эксперименте мы планировали реплицировать полученный ранее результат. Также мы выдвинули второе предположение о том, что *увеличение сложности* дополнительной моторной задачи, опосредующей сознательную оценку испытуемым коротких временных интервалов, будет способствовать повышению точности этой оценки за счет выработки более дифференцированных и стабильных субъективных эталонов. Сложность дополнительной моторной задачи варьировалась за счет усложнения включенных в нее сенсомоторных координаций: простое поглаживание по бедру в случае простой задачи и рисование кругов ручкой на бумаге в случае сложной (идея уровней сложности построения движений опиралась на работы Н.А. Бернштейна (Бернштейн, 1947; 1966)). Отталкиваясь от идей Н.А. Бернштейна об уровне строении психики, получивших недавно свое развитие в области когнитивной психологии восприятия и внимания (см. обзор: Фаликман, Печенкова, 2016), мы предположили, что усложнение основной задачи по оценке временных интервалов, за счет введения дополнительной опосредующей эту оценку задачи, позволит испытуемым реорганизовать свою основную деятельность, вовлекая в нее большее количество уровней сенсорных коррекций. В итоге, они смогут выработать более дифференцированные (точные) субъективные эталоны временных интервалов, на которые будет опираться их сознательная оценка. Вторым преимуществом введения именно моторной дополнительной задачи является то, что субъективная оценка временных интервалов становится

объективирована через параметры конкретных движений, реализуемых здесь и сейчас, что, с нашей точки зрения, способствует повышению стабильности этой оценки.

Полученные результаты в целом подтверждают выдвинутые гипотезы. Обе группы, использовавшие дополнительную моторную задачу для оценки временных интервалов, были в целом успешнее, чем группа, использовавшая только вербальный счет. Уже на этапе тренировки ЭГ-круги и ЭГ-погл. демонстрируют значимо более высокую вероятность попадания в лунки, чем ЭГ-верб. На этапе соревнования значимость различий сохраняется только между ЭГ-круги и ЭГ-верб., а результаты ЭГ-погл. занимают промежуточное положение. Полученные различия проявляются на всем диапазоне временных интервалов от 2 до 5 секунд.

Более тонкий анализ времени удержания клавиши испытуемыми трех групп показал, что субъективные представления о длительности использовавшихся в задаче временных интервалов были сходными во всех трех группах. Наблюдается небольшая переоценка коротких интервалов (вместо 2 и 3 сек. испытуемые в среднем удерживают клавишу 2,08 и 3,13 сек. соответственно), а интервалы в 4 и 5 секунд оцениваются более точно (4,01 и 4,97 сек. соответственно). При этом величина ошибки (стандартного отклонения от среднего) в группах значимо различается: в ЭГ-круги испытуемые демонстрируют минимальную ошибку (от 0,13 до 0,26 сек. в зависимости от длительности интервала), а в ЭГ-верб. – максимальную (от 0,26 до 0,39 сек. соответственно). В ЭГ-погл. испытуемые демонстрируют средние значения ошибки (от 0,20 до 0,31 сек. соответственно), что не достигает значимых различий с показателями ЭГ-круги и ЭГ-верб. Полученные результаты в совокупности свидетельствуют в пользу высказанных нами гипотез о том, что более сложная дополнительная моторная задача «круги» позволила испытуемым выработать более четкие и стабильные субъективные эталоны временных интервалов.

Результаты анализа времени удержания согласуются с данными постэкспериментального интервью. Проанализировав ответы на вопрос «какой счет Вы выбрали для каждой лунки?», мы обнаружили, что все испытуемые, использующие в качестве единицы измерения дробное значение (например, полтора поглаживания, или две с половиной секунды, или круг с полукругом) или указывающие диапазон значений (например: лунка №2 – 7-8 кругов или лунка №1 – счет до 5-6) имели больше трудностей с оценкой интервалов, чем те, кто указывал точные значения. Мы полагаем, что искажение целостности ментальной репрезентации единицы времени могла негативно сказаться на точности ее воспроизведения. При этом задача на рисование кругов помогла сформировать более точные эталоны, чем задача на поглаживания и вербальный счет. Количество испытуемых, использовавших дробные значения и дельту, было минимальным в ЭГ-круги (6 чел.) и максимальным в ЭГ-верб. (10 чел.).

Если посмотреть на дисперсию субъективных эталонов, то в ЭГ-круги на ближайшую лунку оно варьируется от 2,5 до 4 повторений, на самую дальнюю – от 6 до 13. В ЭГ-погл. ближайшая лунка – от 2 до 6, дальняя – от 5 до 15. В ЭГ-верб. индивидуальная вариативность оказалось самой большой: ближайшая лунка – от 1 до 7, дальняя – от 4 до 25. Соответственно, когда мы ввели дополнительную задачу, это привело к уменьшению индивидуальной вариативности, и испытуемые пришли к более стабильным эталонам, которые у разных людей были больше похожи друг на друга.

В игре между всеми лунками был одинаковый шаг длиной в 1 секунду. В каждой группе нашлись испытуемые, которые смогли в процессе научения понять, что между лунками равные интервалы. Однако далеко не всем удалось найти эту закономерность, причем результаты групп оказались близки: в ЭГ-погл. – 10 чел., в ЭГ-верб. – 7 чел., в ЭГ-круги – 7 чел. Таким образом, фактор сложности дополнительных задач, приводящий к повышению успешности, не был связан со способностью обнаруживать

равные интервалы между лунками. При этом способность обнаруживать равные интервалы также коррелировала с более высокой успешностью.

Дополнительный анализ результатов постэкспериментального интервью продемонстрировал, что больше положительных ответов на вопрос «Вы получили удовольствие от игры?» дали игроки из групп с дополнительными задачами: ЭГ-круги (18), ЭГ-погл. (17), меньше всего участников получили удовольствие в ЭГ-верб. (9). Такие результаты могли получиться из-за того, что у испытуемых с дополнительной задачей были более сложные условия, поэтому, разобравшись с правилами, к концу соревнования они ощущали более совершенное владение навыком, чем группа без дополнительной задачи, получив тем самым больше удовольствия от процесса.

Заключение

Проведенное исследование отражает тренд на сближение исследований восприятия длительности временных интервалов и тайминга движений (включения времени в регуляцию собственных движений). Достаточно новым было также сочетание разных методов в рамках исследований тайминга движений в нашей работе. С одной стороны, испытуемые подстраивались под конкретные временные интервалы, задаваемые лунками (2, 3, 4 и 5 секунд) (externally-guided), а с другой стороны, внутри этих ограничений испытуемые могли выбирать субъективно удобные ритмы выполняемых движений (internally-guided).

Основным результатом исследования стала разработка и апробация таких типов дополнительных моторных задач, которые бы способствовали повышению точности оценки временных интервалов. Основываясь на современных моделях оценки времени, мы предположили, что основным источником неточности временных оценок являются флуктуации внимания (которые могут быть вызваны целым рядом факторов: монотония, усталость,

стресс, тревога, соревновательное давление и т.д.). Опираясь на идеи Н.А. Бернштейна об уровнях построения движений и выделении ведущего уровня, мы предположили, что введение дополнительных моторных задач, опосредующих оценку времени, позволит переключить внимание испытуемых на более высокий уровень выполнения задачи, в то время как сами движения будут постепенно автоматизироваться. Этот прием, с нашей точки зрения, позволяет минимизировать влияние флуктуаций внимания на оценку времени. Оценка становится объективирована через характеристики движения, которое позволяет сделать ее более стабильной. При этом повышение уровня сложности дополнительной моторной задачи позволяет выработать более дифференцированные субъективные эталоны временных интервалов.

В нашей работе мы не задавались целью исследовать особенности правшества и левшества при отмеривании временных интервалов. По небольшим данным, которые мы имеем, сравнивать правшей и левшей невозможно, поэтому никаких выводов на этот счет мы сделать не можем. Но исходя из анализа литературы, мы знаем, что механизмы восприятия времени у правшей и левшей могут значительно различаться, особенно для тайминга движений (O'Reagan et al., 2017). В этом мы видим дальнейшую перспективу исследований.

Приложение 1

Вопросы постэкспериментального интервью

- 1) Как думаете, Вы научились играть?
- 2) Какой счет Вы выбрали для каждой лунки?
- 3) Был азарт? Усталость?
- 4) Комфортно было играть с движением?
- 5) Движение скорее помогало или мешало?
- 6) Без движения было бы сложнее?
- 7) Была ли у Вас усталость перед началом эксперимента?
- 8) Вы получили удовольствие?

Список использованных источников

- Бернштейн Н.А. О построении движений. М., Медгиз, 1947.
- Бернштейн Н.А. Очерки о физиологии движений и физиологии активности. М., Медицина, 1966.
- Величковский Б.М. От уровней обработки к стратификации познания // Вопросы психологии, 1999. № 4. С. 58-74.
- Гершкович В.А., Урих Д.К. Проявление сенсомоторного навыка в условиях "соревновательного стресса" // Когнитивная наука в Москве: новые исследования. Материалы конференции / Под редакцией Е.В. Печенковой, М.В. Фаликман, 2015. С. 93-98.
- Гершкович В.А., Урих Д.К. Эффект "проигрыша" при выполнении простой сенсомоторной задачи в ситуации соревнования // Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2017. Т. 14. № 1. С. 178-188.
- Гиппенрейтер Ю.Б. Введение в общую психологию. Курс лекций. М., «ЧеРо», при участии издательства «Юрайт», 2002.
- Кулиева А.К., Гершкович В.А., Морошкина Н.В. Взаимодействие фокуса регуляции и фрейма ситуации при выполнении сенсомоторных задач в условиях соревновательного давления // Восьмая международная конференция по когнитивной науке: Тезисы докладов. Светлогорск, 18–21 октября 2018 г. / Отв. ред. А.К. Крылов, В.Д. Соловьев. М., Изд-во «Институт психологии РАН», 2018. С. 611-613.
- Уточкин И.С. Теоретические и эмпирические основания уровневого подхода к вниманию// Психология. Журнал Высшей школы экономики, 2008. Т. 5. № 3. С. 31-66.
- Фаликман М.В., Печенкова Е.В. Принципы физиологии активности Н.А. Бернштейна в психологии восприятия и внимания: проблемы и перспективы // Культурно-историческая психология, 2016. Т. 12. № 4. С. 48-66.
- Чилигина Ю.А. Влияние экзаменационного стресса на субъективную оценку времени у студентов-первокурсников // Ученые записки университета Лесгафта, 2015. № 4 (122). С. 257-262.
- Allan L.G., Gibbon J. Human Bisection at the Geometric Mean // Learning and Motivation, 1991. No. 22. Pp. 39-58.
- Akkal D., Escola L., Bioulac B., Burbaud P. Time predictability modulates presupplementary motor area neuronal activity // Neuroreport, 2004. No. 15. Pp. 1283-1286.
- Bar-Haim Y., Kerem A., Lamy D., Zakay D. When time slows down: The influence of threat on time perception in anxiety // Cognition & Emotion, 2010. No. 24(2). Pp. 255-263.
- Beudel M., Renken R., Leenders K. L., de Jong B.M. Cerebral representations of space and time// Neuroimage, 2009. No. 44. Pp. 1032-1040.
- Block R.A. Introduction / In Cognitive models of psychological time / Ed. R.A. Block. Psychology Press, 2015.
- Block R.A., Hancock P.A., Zakay D. How cognitive load affects duration judgement: A meta-analytic review // Acta Psychologica, 2010. No. 134. Pp. 330-343.
- Brown S.W. Timing, resources, and interference: attentional modulation of time perception. In Attention and Time. Oxford, OUP, 2010.
- Brown S.W. Time and attention: review of the literature. Bingley, 2008. Pp. 111-138.

- Brown S.W. Attentional resources in timing: Interference effects in concurrent temporal and nontemporal working memory tasks // *Perception & Psychophysics*, 1997. No. 59(7). Pp. 1118-1140.
- Brown S.W. Time perception and attention: The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration // *Perception & Psychophysics*, 1985. No. 38(2). Pp. 115-124.
- Brown S.W., Bennett E.D. The role of practice and automaticity in temporal and nontemporal dual-task performance // *Psychological research*, 2002. No. 66(1). Pp. 80-89.
- Buetti S., Lleras A. Perceiving control over aversive and fearful events can alter how we experience those events: An investigation of time perception in spider-fearful individuals // *Frontiers in Psychology*. 2012. No. 3, Article ID 337. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00337>.
- Buonomano D.V., Bramen J., Khodadadifar M. Influence of the interstimulus interval on temporal processing and learning: testing the state-dependent model // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Science*, 2009.
- Carlini A., French R. Visual tracking combined with hand-tracking improves time perception of moving stimuli // *Scientific Reports*. 2014. No. 4. P. 5363. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/srep05363>.
- Droit-Volet S., Clement A., Wearden J.H. Temporal generalization in 3- to 8-year-old children // *Journal of Experimental Child Psychology*, 2001. No. 80. Pp. 271-288.
- Droit-Volet S., Gill S. The time-emotion paradox // *Philosophical transactions of the Royal Society*, 2009B. No. 364. Pp. 1943-1953.
- Droit-Volet S., Meck W.H. How emotions colour our perception of time // *Trends in Cognitive Sciences*, 2007. No. 11. Pp. 504-513.
- Droit-Volet S., Brunot S., Niedenthal P.M. Perception of the duration of emotional events // *Cognition and emotion*, 2004. No. 18. Pp. 849-858.
- Fortin C., Breton R. Temporal interval production and processing in working memory // *Perception and Psychophysics*, 1995. No. 57. Pp. 203-215.
- Fraisse, P. "Rhythm and tempo," in *The Psychology of Music* / Ed. D. Deutsch. New York, NY: Academic Press, 1982. Pp. 149-180.
- Gavazzi G., Bisio A., Pozzo T. Time perception of visual motion is tuned by the motor representation of human actions // *Scientific Reports*, 2013. No. 3. P. 1168.
- Gibbon J. Scalar expectancy theory of Weber's law in animal timing // *Psychological Review*, 1977. No. 84. Pp. 279-325.
- Gibbon J., Church R.M., Meck W.H. Scalar timing in memory. In *Timing and time perception*. Y: New York Academy of Sciences, 1984. Pp. 52-77.
- Hancock P.A., Block R.A. The Psychology of Time: A View Backward and Forward // *American Journal of Psychology*, 2012. No. 125(3). Pp. 267-274.
- Hicks R.E., Miller G.W., Gaes G., Bierman K. Concurrent Processing Demands and the Experience of Time-in-Passing // *The American Journal of Psychology*, 1977. No. 90(3). Pp. 431-446.
- Hoagland H. The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock // *Journal of General Psychology*, 1933. No. 9. Pp. 267-287.
- Kahneman D. Attention and effort // *Prentice-Hall*, 1973. P. 246.

- Karmarkar U.R., Buonomano D.V. Timing in the absence of clocks: encoding time in neural network states // *Neuron*, 2007. No. 53(3). Pp. 427-438.
- Keele S.W., Pokorny R.A., Corcos D.M., Ivry R. Do perception and motor production share common timing mechanisms // *A correlational analysis*, 1985. No. 60(2-3). Pp. 173-191.
- Lewis P., Miall R. Brain activation patterns during measurement of sub- and supra-second intervals // *Neuropsychologia*, 2003. No. 41. Pp. 1583-1592.
- Navon D. Gopher D. On the Economy of the Human Processing System // *Psychological Review*, 1979. No. 86. Pp. 214-255.
- Noulhiane M., Mella N., Samson S., Ragot R., Pouthas V. How emotional auditory stimuli modulate time perception // *Emotion*, 2007. No. 7. Pp. 697-704.
- O'Regan L., Spape M.M., Serrien D.J. Motor Timing and Covariation with Time Perception: Investigating the Role of Handedness // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2017. No. 11. P. 147.
- Penton-Voak I.S., Edwards H., Percival A., Wearden J.H. Speeding up an internal clock in humans? Effects of clicks trains on subjective duration // *J. Exp. Psychol. Anim. Behav. Process*, 1996. No. 22. Pp. 307-320.
- Sawyer T.F., Meyers P.J., Huser S.J. Contrasting task demands alter the perceived duration of brief time intervals // *Perception and Psychophysics*, 1994. No. 56. Pp. 649-657.
- Treisman M. Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the "internal clock" // *Psychological monographs*, 1963. No. 77(13). Pp. 1-31.
- Van Hedger K., Necka E.A., Barakzai A.K., Norman G.J. The influence of social stress on time perception and psychophysiological reactivity // *Psychophysiology*, 2017. No. 54(5). Pp. 706-712.
- Van Noorden L., Moelants D. Resonance in the perception of musical pulse // *Journal of New Music Research*, 1999. No. 28. Pp. 43-66.
- Wearden J.H., McShane B. Interval production as an analogue of the peak procedure: evidence for similarity of human and animal timing processes // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1988. No. 40B. Pp. 363-375.
- Zakay D., Block E., Richelle M., Keyser V.D., Ydeualle G.D., Vandierendonck A. An attentional-gate model of prospective time estimation, Time and the Dynamic control of Behavior. Liege: University of Liege Press, 1995. Pp. 167-178.
- Zakay D., Block R.A. The role of attention in time estimation processes In *Time, internal clocks and movement*. Amsterdam: Elsevier, 1996. Pp. 143-164.
- Zakay D., Nitzan D., Glicksohn J. The influence of tasks-difficulty and external tempo on subjective time-estimation // *Perception and Psychophysics*, 1983. No. 34. Pp. 451-456.

References

- Bernshtein N.A. O postroenii dvizhenii [About building movements]. Moscow, Medgiz Publ., 1947. (In Russian)
- Bernshtein N.A. Ocherki o fiziologii dvizhenii i fiziologii aktivnosti [Essays on the physiology of movements and the physiology of activity]. Moscow, Meditsina Publ., 1966. (In Russian)

- Velichkovskii B.M. Ot urovnei obrabotki k stratifikatsii poznaniia [From treatment levels to knowledge stratification] // Voprosy psikhologii, 1999. No. 4. Pp. 58-74. (In Russian)
- Gershkovich V.A., Urikh D.K. Proiaвление sensomotornogo navyka v usloviakh "sorevnovatel'nogo stressa" [Dynamics of Sensorimotor Learning in a Competitive Pressure Situation] // Kognitivnaia nauka v Moskve: novye issledovaniia. Materialy konferentsii / Pod redaktsiei E.V. Pechenkoi, M.V. Falikman, 2015. Pp. 93-98. (In Russian)
- Gershkovich V.A., Urikh D.K. Effekt "proigrysha" pri vypolnenii prostoi sensomotornoj zadachi v situatsii sorevnovaniia [The "i am losing" effect in a simple sensorimotor task] // Psikhologiya. Zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki, 2017. Vol. 14. No. 1. Pp. 178-188. (In Russian)
- Gippenreiter Iu.B. Vvedenie v obshchuiu psikhologiiu [Introduction to general psychology]. Kurs lektzii. Moscow, «CheRo» Publ., «Iurait» Publ., 2002. (In Russian)
- Kulieva A.K., Gershkovich V.A., Moroshkina N.V. Vzaimodeistvie fokusa reguliatsii i freima situatsii pri vypolnenii sensomotornykh zadach v usloviakh sorevnovatel'nogo davleniia [Interaction of the regulation focus and the situational frame in performing sensorimotor tasks under competitive pressure] // Vos'maia mezhdunarodnaia konferentsiia po kognitivnoi nauke: Tezisy dokladov. Svetlogorsk, 18–21 oktiabria 2018 g. / Otv. red. A.K. Krylov, V.D. Solov'ev. Moscow, «Institut psikhologii RAN» Publ., 2018. Pp. 611-613. (In Russian)
- Utochkin I.S. Teoreticheskie i empiricheskie osnovaniia urovneвого podkhoda k vnimaniiu [Theoretical and empirical foundations of the level approach to attention] // Psikhologiya. Zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki, 2008. Vol. 5. No. 3. Pp. 31-66. (In Russian)
- Falikman M.V., Pechenkova E.V. Printsipy fiziologii aktivnosti N.A. Bernshteina v psikhologii vospriiatiia i vnimaniia: problemy i perspektivy [Bernstein's principles of physiology of activity in psychology of perception and attention: problems and perspectives] // Kul'turno-istoricheskaiia psikhologiya, 2016. Vol. 12. No. 4. Pp. 48-66. (In Russian)
- Chiliginina Iu.A. Vliianie ekzamenatsionnogo stressa na sub"ektivnuiu otsenku vremeni u studentov-pervokursnikov [Exam stress effect on subjective evaluation of time among the first-course students] // Uchenye zapiski universiteta Lesgafta, 2015. No. 4(122). Pp. 257-262. (In Russian)
- Allan L.G., Gibbon J. Human Bisection at the Geometric Mean // Learning and Motivation, 1991. No. 22. Pp. 39-58.
- Akkal D., Escola L., Bioulac B., Burbaud P. Time predictability modulates presupplementary motor area neuronal activity // Neuroreport, 2004. No. 15. Pp. 1283-1286.
- Bar-Haim Y., Kerem A., Lamy D., Zakay D. When time slows down: The influence of threat on time perception in anxiety // Cognition & Emotion, 2010. No. 24(2). Pp. 255-263.
- Beudel M., Renken R., Leenders K. L., de Jong B.M. Cerebral representations of space and time // Neuroimage, 2009. No. 44. Pp. 1032-1040.
- Block R.A. Introduction / In Cognitive models of psychological time / Ed. R.A. Block. Psychology Press, 2015.
- Block R.A., Hancock P.A., Zakay D. How cognitive load affects duration judgement: A meta-analytic review // Acta Psychologica, 2010. No. 134. Pp. 330-343.
- Brown S.W. Timing, resources, and interference: attentional modulation of time perception. In Attention and Time. Oxford, OUP, 2010.

- Brown S.W. Time and attention: review of the literature. Bingley, 2008. Pp. 111-138.
- Brown S.W. Attentional resources in timing: Interference effects in concurrent temporal and nontemporal working memory tasks // *Perception & Psychophysics*, 1997. No. 59(7). Pp. 1118-1140.
- Brown S.W. Time perception and attention: The effects of prospective versus retrospective paradigms and task demands on perceived duration // *Perception & Psychophysics*, 1985. No. 38(2). Pp. 115-124.
- Brown S.W., Bennett E.D. The role of practice and automaticity in temporal and nontemporal dual-task performance // *Psychological research*, 2002. No. 66(1). Pp. 80-89.
- Buetti S., Lleras A. Perceiving control over aversive and fearful events can alter how we experience those events: An investigation of time perception in spider-fearful individuals // *Frontiers in Psychology*. 2012. No. 3, Article ID 337. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00337>.
- Buonomano D.V., Bramen J., Khodadadifar M. Influence of the interstimulus interval on temporal processing and learning: testing the state-dependent model // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Science*, 2009.
- Carlini A., French R. Visual tracking combined with hand-tracking improves time perception of moving stimuli // *Scientific Reports*. 2014. No. 4. P. 5363. DOI: <http://dx.doi.org/10.1038/srep05363>.
- Droit-Volet S., Clement A., Wearden J.H. Temporal generalization in 3- to 8-year-old children // *Journal of Experimental Child Psychology*, 2001. No. 80. Pp. 271-288.
- Droit-Volet S., Gill S. The time-emotion paradox // *Philosophical transactions of the Royal Society*, 2009B. No. 364. Pp. 1943-1953.
- Droit-Volet S., Meck W.H. How emotions colour our perception of time // *Trends in Cognitive Sciences*, 2007. No. 11. Pp. 504-513.
- Droit-Volet S., Brunot S., Niedenthal P.M. Perception of the duration of emotional events // *Cognition and emotion*, 2004. No. 18. Pp. 849-858.
- Fortin C., Breton R. Temporal interval production and processing in working memory // *Perception and Psychophysics*, 1995. No. 57. Pp. 203-215.
- Fraisse, P. "Rhythm and tempo," in *The Psychology of Music* / Ed. D. Deutsch. New York, NY: Academic Press, 1982. Pp. 149-180.
- Gavazzi G., Bisio A., Pozzo T. Time perception of visual motion is tuned by the motor representation of human actions // *Scientific Reports*, 2013. No. 3. P. 1168.
- Gibbon J. Scalar expectancy theory of Weber's law in animal timing // *Psychological Review*, 1977. No. 84. Pp. 279-325.
- Gibbon J., Church R.M., Meck W.H. Scalar timing in memory. In *Timing and time perception*. Y: New York Academy of Sciences, 1984. Pp. 52-77.
- Hancock P.A., Block R.A. The Psychology of Time: A View Backward and Forward // *American Journal of Psychology*, 2012. No. 125(3). Pp. 267-274.
- Hicks R.E., Miller G.W., Gaes G., Bierman K. Concurrent Processing Demands and the Experience of Time-in-Passing // *The American Journal of Psychology*, 1977. No. 90(3). Pp. 431-446.
- Hoagland H. The physiological control of judgments of duration: Evidence for a chemical clock // *Journal of General Psychology*, 1933. No. 9. Pp. 267-287.
- Kahneman D. *Attention and effort* // Prentice-Hall, 1973. P. 246.

- Karmarkar U.R., Buonomano D.V. Timing in the absence of clocks: encoding time in neural network states // *Neuron*, 2007. No. 53(3). Pp. 427-438.
- Keele S.W., Pokorny R.A., Corcos D.M., Ivry R. Do perception and motor production share common timing mechanisms // *A correlational analysis*, 1985. No. 60(2-3). Pp. 173-191.
- Lewis P., Miall R. Brain activation patterns during measurement of sub- and supra-second intervals // *Neuropsychologia*, 2003. No. 41. Pp. 1583-1592.
- Navon D. Gopher D. On the Economy of the Human Processing System // *Psychological Review*, 1979. No. 86. Pp. 214-255.
- Noulhiane M., Mella N., Samson S., Ragot R., Pouthas V. How emotional auditory stimuli modulate time perception // *Emotion*, 2007. No. 7. Pp. 697-704.
- O'Regan L., Spape M.M., Serrien D.J. Motor Timing and Covariation with Time Perception: Investigating the Role of Handedness // *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 2017. No. 11. P. 147.
- Penton-Voak I.S., Edwards H., Percival A., Wearden J.H. Speeding up an internal clock in humans? Effects of clicks trains on subjective duration // *J. Exp. Psychol. Anim. Behav. Process*, 1996. No. 22. Pp. 307-320.
- Sawyer T.F., Meyers P.J., Huser S.J. Contrasting task demands alter the perceived duration of brief time intervals // *Perception and Psychophysics*, 1994. No. 56. Pp. 649-657.
- Treisman M. Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the "internal clock" // *Psychological monographs*, 1963. No. 77(13). Pp. 1-31.
- Van Hedger K., Necka E.A., Barakzai A.K., Norman G.J. The influence of social stress on time perception and psychophysiological reactivity // *Psychophysiology*, 2017. No. 54(5). Pp. 706-712.
- Van Noorden L., Moelants D. Resonance in the perception of musical pulse // *Journal of New Music Research*, 1999. No. 28. Pp. 43-66.
- Wearden J.H., McShane B. Interval production as an analogue of the peak procedure: evidence for similarity of human and animal timing processes // *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1988. No. 40B. Pp. 363-375.
- Zakay D., Block E., Richelle M., Keyser V.D., Ydeuallle G.D., Vandierendonck A. An attentional-gate model of prospective time estimation, Time and the Dynamic control of Behavior. Liege: University of Liege Press, 1995. Pp. 167-178.
- Zakay D., Block R.A. The role of attention in time estimation processes In *Time, internal clocks and movement*. Amsterdam: Elsevier, 1996. Pp. 143-164.
- Zakay D., Nitzan D., Glicksohn J. The influence of tasks-difficulty and external tempo on subjective time-estimation // *Perception and Psychophysics*, 1983. No. 34. Pp. 451-456.