

УДК 159.938.3

**К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИИ
«ВЫБОР СПОСОБА ДЕЙСТВИЯ» В СОСТАВЕ АУДИОМОТОРНОЙ
РЕАКЦИИ «GO/GO»-ТИПА**

Соболев В. И., Попов М. Н.

*Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Ялта, Республика Крым, Россия
E-mail: v.sobolev@mail.ru*

В настоящем исследовании у 10 девушек методом ЭМГ-анализа определялось значение показателя «время обнаружения стимула» (sDT , stimulus detection time) при выполнении аудиомоторных реакций двух моделей (АМР-1 и АМР-2). В первом случае (АМР-1) реакция на звуковой стимул частотой 2500 Гц и звуковой щелчок осуществлялась двумя альтернативными способами. Во втором случае (АМР-2) испытуемые реагировали на стимулы одинаковым (унифицированным) способом, независимо от характера звукового раздражителя, но лишь после того, как субъективно осознавали характер (отличительные особенности) предъявляемого звукового стимула (звук частотой 2500 Гц или звуковой щелчок). Таким способом в алгоритме выполнения аудиомоторной реакции АМР-2 в отличие от модели АМР-1 исключался компонент «выбор альтернативного способа действия» при сохранении элемента «формирование осознанного ощущения». Выявлено, что значение sDT при АМР-1 составляло $275 \pm 2,8$ мс, а при алгоритме АМР-2 соответственно $231 \pm 3,29$ мс, или на 16 % меньше ($-44 \pm 6,03$ мс); величина дисперсии на основании использования двухвыборочного F-теста для дисперсий при модели АМР-2 становилась существенно выше. Сделан вывод о том, что длительность операции «выбор способа действия» в составе аудиомоторной реакции «Go / Go»-типа составляет, по результатам данного исследования, $44 \pm 6,03$ мс.

Ключевые слова: механизмы сенсомоторной реакции, структура аудиомоторной реакции «Go / Go»-типа, длительность операции «выбор способа действия».

ВВЕДЕНИЕ

Исследование структуры психомоторных реакций имеет важное значение для понимания природы перцепции в целом и организации аудиомоторной реакции в частности. Несмотря на обстоятельные экспериментальные исследования в части выявления закономерностей функционирования нейронных сетей в центральной части анализатора [1–6], остается все еще нерешенным вопрос количественной оценки времени формирования отдельных компонентов сенсомоторных реакций. Остается предметом дискуссии даже такой принципиально важный аспект проблемы восприятия, как время формирования осознанного ощущения [2, 6–9].

В психофизиологии принята классификация сенсомоторных реакций, основанная, прежде всего, на степени сложности их выполнения, в частности выделяют простые и сложные сенсомоторные реакции [10, 11]. Последние, в свою очередь, подразделяются на несколько типов, в том числе на так называемую

реакцию выбора (реакция «Go / Go-типа»). В настоящее время предложены многочисленные структурно-функциональные схемы, объясняющие логику выполнения сложных сенсомоторных реакций [10–15]. Прежде всего, выделяют три узловых компонента – процесс формирования осознанного ощущения, принятие решения о способе действия и его моторное исполнение. Естественно, что каждый из названных компонентов обладает большей или меньшей степенью сложности внутренней организации [3, 10, 11, 19]. К сожалению, точное измерение времени выполнения основных структурных составляющих сенсомоторной реакции доступно лишь для моторного компонента [15]. Что касается процесса принятия решения о выборе способа действия при реакции «Go / Go»-типа, то его длительность может быть оценена лишь приближенно.

В настоящем исследовании с помощью психометрического метода предпринята попытка измерения длительности психофизиологической операции «выбор способа действия» при стандартной аудиомоторной реакции «Go / Go»-типа. Отметим, что при выполнении реакции данного типа после предъявления двух разных аудиостимулов испытуемый на один из них должен отвечать одним способом, а на второй – другим. Априори считается, что непременным условием запуска сенсомоторной реакции данного типа является предварительное осознание характера предъявленного стимула. Так, в случае аудиомоторной реакции выполнение операции выбора возможно лишь после опознания и идентификации испытуемым характеристических особенностей аудиостимула, например, как в настоящем исследовании – звука гармонического сигнала частотой 2500 Гц или звукового щелчка. После осознанной идентификации стимула возможен запуск процесса принятия решения о способе действия. Понятно, что чем сложнее выбор, тем больше времени требуется на данную операцию (закон Хика).

В настоящей работе предполагалось, что если каким-либо путем исключить из процесса формирования и реализации аудиомоторной реакции структурный элемент «выбор способа действия» при сохранении компонента «формирование осознанного ощущения», то, измерив латентные периоды двух сенсомоторных реакций (нативной и экспериментальной), можно будет рассчитать время, необходимое для принятия решения о способе действия. Измерение времени данной операции и явилось целью настоящей работы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Характеристика контингента испытуемых. Исследования проведены с участием 10 девушек возрастом 18–19 лет ($M = 18,5$, $SD = 0,41$), обучающихся в Институте педагогики, психологии и инклюзивного образования Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского.

Процедура исследования и оборудование. Алгоритм эксперимента включал 2 этапа. Вначале (1-й этап, АМР-1) у всех испытуемых измеряли латентный период аудиомоторной реакции сложного выбора «Go/Go»-типа. В ходе теста на один стимул (звук частотой 2500 Гц) испытуемый должен реагировать одним способом, а на другой (звуковой щелчок) – другим способом. Реакция на звуковой стимул частотой 2500 Гц осуществлялась путем быстрого сведения большого (*pollex*) и

указательного (*index*) пальцев кисти, а на звуковой щелчок – большого и среднего (*digitus medius*). Все стимулы чередовались случайным образом при общем количестве 60.

На 2-ом этапе эксперимента латентность реакции измерялась при предъявлении звуковых стимулов частотой 2500 Гц и звукового щелчка (АМР-2, 60 замеров), чередующихся точно по такой же схеме, как и на 1-ом этапе опыта. Однако, что принципиально важно и что отличает 2-й этап от 1-го, все испытуемые реагировали на стимулы одинаковым (унифицированным) способом, независимо от характера звукового раздражителя. В частности, реакция на любой звуковой стимул осуществлялась путем быстрого сведения большого и указательного пальцев кисти. При этом моторная реакция запускалась лишь после того, как испытуемый субъективно осознавал характер (отличительные особенности) предъявляемого звукового стимула (звук частотой 2500 Гц или звуковой щелчок). Другими словами, выполнялось условие: «вначале осознанное ощущение, затем унифицированный ответ».

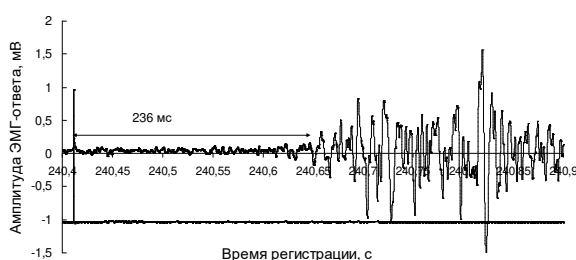


Рис. 1. К вычислению параметра sDT (время обнаружения стимула) методом анализа электромиограммы.

Обозначение: представлены фрагмент записи электромиограммы и отметка предъявления звукового стимула – щелчка; измеренное время sDT составило 236 мс.

самописец (S-Recorder-L, Россия). Цифровой сигнал записывался в виде *alf*-файлов. Достаточно высокая частота семплирования (20 кГц) ЭМГ-сигнала позволила программными методами с высокой точностью измерить латентность аудиомоторной реакции. Регистрация интерференционной электромиограммы проводилась с помощью биполярных ЭМГ-электродов диаметром 10 мм, которые крепились на коже (4 см друг от друга) над мышцами внешней поверхности предплечья.

В ходе опыта правая рука испытуемого с наложенными ЭМГ-электродами свободно свисала вдоль тела, что обеспечивало низкий уровень исходного ЭМГ-тонуса. Реакция на звуковой стимул осуществлялась путем быстрого сведения пальцев кисти по схеме, описанной выше.

Показателем латентного периода аудиомоторной реакции служил параметр, отражающий так называемое «время обнаружения стимула - stimulus detection time, sDT [16]. Численно значение параметра sDT соответствовало отрезку времени от момента предъявления испытуемому сенсорного стимула до момента появления первых ЭМГ-потенциалов (Рис. 1). ЭМГ-биоусилитель был построен на базе инструментального усилителя INA118, а в качестве регистратора использовался многоканальный цифровой

Источником звукового сигнала во всех случаях служили парные головные телефоны. Интенсивность звука устанавливалась на уровне 80 дБ; длительность стимуляции для звука с частотой 2500 Гц составляла 10 мс. Звуковой щелчок формировался с помощью специальной цифровой схемы и характеризовался следующими параметрами: форма сигнала – прямоугольный импульс, длительность 2 мс, интенсивность 80 дБ.

При выборе параметров звуковых стимулов придерживались принципа: каждый стимул должен возможно больше отличаться от другого. Это существенно облегчало процесс распознавания стимулов при формировании осознанного ощущения. Интервал времени между предъявлением каждого отдельного стимула случайным образом колебался в диапазоне 2–4 с.

При статистической обработке данных использовали пакеты прикладных программ Excel и SPSS Statistics 17.0. Вариационный ряд строился путем суммирования индивидуальных вариационных рядов всех испытуемых при строгом соблюдении условия: число вариантов, вносимых в сводный вариационный ряд, для каждого испытуемого было одинаковым. Такой подход позволил сохранить в объединенных рядах весь спектр значений индивидуальных эмпирических реакций, что улучшает репрезентативность показателя латентности аудиомоторной реакции. Статистическую значимость различий между двумя средними арифметическими величинами определяли с помощью двухвыборочного t-теста Стьюдента для выборок с различными дисперсиями при заданном уровне значимости $p < 0,05$. При оценке различий между двумя множествами применяли также двухвыборочный F-тест для дисперсий. Во всех случаях сравнение анализируемых показателей и статистическая оценка различий проводили на основании проверки нулевой и альтернативной гипотез.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты измерения параметра «время обнаружения стимула, sDT » при выполнении испытуемыми двух разновидностей сложной аудиомоторной реакции «Go / Go»-типа представлены в таблице. Так, латентный период АМР-1, по нашим данным, составил $275 \pm 2,80$ мс при дисперсии выборки 4717. Приведенное значение совпадает с данными других авторов [18, 19].

Изменение задачи выполнения сенсорной реакции (серия опытов АМР-2, таблица) привело к ряду изменений со стороны параметров исследуемого аудиомоторного ответа. Следует напомнить, что изменение алгоритма выполнения АМР-2 касалось двух аспектов: в качестве обязательного условия запуска моторного ответа предусматривалось предварительное формирование у испытуемого осознанного ощущения характера стимула (звука частотой 2500 Гц или звукового щелчка) и однотипный способ моторного ответа (сведение вместе большого и указательного пальцев). Выяснилось, что величина sDT -показателя при выполнении АМР-2 составила $231 \pm 3,29$ мс, что было на 16% меньше ($-44 \pm 6,03$, $p < 0,01$), чем при стандартной реакции АМР-1.

Следовательно, исключение из алгоритма выполнения аудиомоторной реакции компонента «выбор способа действия» при сохранении элемента «формирование

осознанного ощущения» физиологически значимо (16 %) укорачивало латентный период сенсомоторной реакции.

Сравнительный анализ варибельности выполнения АМР-1 и АМР-2 показал, что величина дисперсии при реакции АМР-2 становилась существенно выше, о чем свидетельствует двухвыборочный F-тест для дисперсий.

Таблица

Значение показателя «время обнаружения стимула»
(*stimulus detection time - sDT, мс*) при выполнении аудиомоторной реакции
в разных условиях эксперимента

Тип аудио-моторной реакции	Условия опыта и аудиостимуляции	Статистические параметры		
		Средняя величина и стандартная ошибка	Стандартное отклонение	Дисперсия и число замеров
АМР-1	Чередующиеся стимулы: «Звук 2500 Гц / Звуковой щелчок». Запуск реакции двумя альтернативными способами	275±2,80	68,9	4717 n = 600
АМР-2	Запуск реакции единым унифицированным способом после предварительного осознания характера чередующихся звуковых стимулов («Звук 2500 Гц» или «Звуковой щелчок»)	231±3,22	78,9	6225 n = 600
Разница (АМР-2 - АМР-1)		-44±6,03 -16% p < 0,01	-	p < 0,01

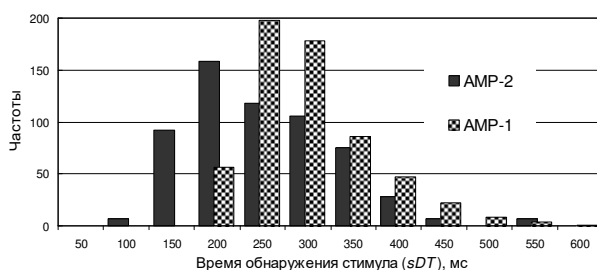


Рис. 2. Характер распределения данных в вариационных рядах.

Примечание: АМР-1 и АМР-2 – разновидности моделей исследуемых аудиомоторных реакций.

меньших значений *sDT* (Рис. 2). Этот факт свидетельствует, что в данном вариационном ряду присутствует большее число вариантов, отражающих более быстрый сенсомоторный ответ и, наоборот – меньшее число более медленных реакций. Это подтверждается, в частности, результатами сравнительного анализа

Факт различия дисперсий в исследуемых вариационных рядах позволяет предполагать, что в данном случае мы имеем дело с двумя независимыми выборками ($p < 0,01$). В таком случае должен отличаться и характер распределения частот встречаемости вариантов. Действительно, гистограмма частот распределения данных в случае АМР-2 смещена по оси абсцисс влево в сторону

средних арифметических значений sDT в первом и последнем квартилях. Так, для АМР-1 и АМР-2 среднее значение sDT -показателя (1 квартиль) составило соответственно $204 \pm 1,19$ и $142 \pm 1,33$ мс ($p < 0,01$), а в последнем (4-й квартиль), соответственно, $275 \pm 5,3$ и $235 \pm 6,6$ мс ($p < 0,01$). Выявлены существенные различия и в величинах моды. Так, в случае АМР-1 значение данного статистического параметра составляло 256 мс, а при АМР-2 соответственно 195 мс, т.е. на 61 мс меньше.

Установленная зависимость параметра «время обнаружения стимула» от факта присутствия/отсутствия в структуре аудиомоторной реакции «Go / Go»-типа операции «выбор способа действия» позволяет обсуждать вопрос о психофизиологических механизмах реализации аудиомоторной реакции исследуемого типа. Известно, что при сложных сенсомоторных реакциях, требующих избирательного реагирования на различные стимулы различающихся по цвету, частотным характеристикам звукового раздражителя, размеру, форме и другим признакам, инициация сенсомоторного ответа осуществляется лишь после формирования соответствующего осознанного сенсорного ощущения. Именно с этим связывают эффект удлинения латентного периода в сравнении с простой психомоторной реакцией при выполнении аудиомоторной реакции выбора.

В настоящее время предложены многочисленные структурно-функциональные схемы, объясняющие логику выполнения сложных сенсомоторных реакций [1, 3, 6, 10–12, 19]. Прежде всего, выделяют три узловых компонента: процесс формирования осознанного ощущения, принятие решения с последующим выбором способа действия и его моторное исполнение. В нашем случае, время моторного исполнения АМР было существенно сокращено за счет исключения из расчетов фазы собственно двигательного акта, так как измерялось лишь время, необходимое для достижения потенциалов действия, как элементов моторной программы, мышечных волокон (время обнаружения стимула, sDT).

Как показали результаты исследований, при стандартной (нативной) АМР-1 в случае необходимости принятия решения о выборе одного из двух способов действия (в нашем случае, при звуке частотой 2500 Гц – сведение большого и указательного пальцев кисти, а на звуковой щелчок – большого и среднего пальцев) значение sDT -показателя было на $44 \pm 6,03$ мс (16 %) больше, чем при АМР-2, когда выбор способа действия на оба аудиостимула не требовался, так как реакция всегда осуществлялась одним и тем же способом (сведение большого и указательного пальцев кисти). Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что длительность операции «выбор способа действия» при выполнении аудиомоторной реакции «Go / Go»-типа находится в пределах 44 мс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем исследовании у 10 девушек методом ЭМГ-анализа определялось значение показателя «время обнаружения стимула» (sDT , stimulus detection time) при выполнении аудиомоторных реакций двух моделей (АМР-1 и АМР-2). В первом случае (АМР-1) реакция на звуковой стимул частотой 2500 Гц и звуковой щелчок осуществлялась двумя альтернативными способами. Во втором случае (АМР-2)

испытуемые реагировали на стимулы одинаковым (унифицированным) способом, независимо от характера звукового раздражителя, но лишь после того, как субъективно осознавали характер (отличительные особенности) предъявляемого звукового стимула (звук частотой 2500 Гц или звуковой щелчок). Таким способом в алгоритме выполнения аудиомоторной реакции АМР-2 в отличие от модели АМР-1 исключался компонент «выбор альтернативного способа действия» при сохранении элемента «формирование осознанного ощущения».

Выявлено, что значение sDT при АМР-1 составляло $275 \pm 2,8$ мс, а при алгоритме АМР-2 соответственно $231 \pm 3,29$ мс, или на 16 % меньше ($-44 \pm 6,03$ мс); величина дисперсии на основании использования двухвыборочного F-теста для дисперсий при модели АМР-2 становилась существенно выше.

Сделан вывод о том, что длительность операции «выбор способа действия» в составе аудиомоторной реакции «Go / Go»-типа составляет, по результатам данного исследования, $44 \pm 6,03$ мс.

Список литературы

1. Иваницкий А. М. Мозговая основа субъективных переживаний: гипотеза информационного синтеза / А. М. Иваницкий // Журнал высшей нервной деятельности. – 1996. – Т. 46, № 2. – С. 241–252.
2. Иваницкий А. М. Информационные процессы мозга и психическая деятельность / А. М. Иваницкий, В. Б. Стрелец, И. А. Корсаков. – М. : Наука, 1984. – 190 с.
3. Соболев В. И. Независимость простой зрительно-моторной реакции от предсознательной компоненты ощущения при обратной маскировке двухцветными стимулами / В. И. Соболев // Экспериментальная психология. – 2020. – Том 13, № 2. – С. 4–16. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2020130201>
4. Heathcote A. Linear deterministic accumulator models of simple choice / A. Heathcote, Jonathon Love // Front. Psychol. – 2012. – 23 August.
5. Edelman G. M. Universe of Consciousness / G. M. Edelman, G. A. Tononi. – N. Y.: Basic Books, 2000. – 274 p.
6. Сергин В. Я. Авто-отождествление паттернов нейронной активности как физиологический механизм осознания / В. Я. Сергин // Журнал высшей нервной деятельности. – 2016. – Т. 66, № 3. – С. 259–278.
7. Шиффман Х. Р. Ощущение и восприятие. 5-е изд / Х. Р. Шиффман. – СПб.: Питер, 2003. – 928 с.
8. Crick Francis The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul / Francis Crick. – New York: Charles Scribner's Sons. – 1994. – 317 pp.
9. Костандов Э. А. Психофизиология сознания и бессознательного / Э. А. Костандов – СПб.: Питер, 2014. – 167 с.
10. Нехорошкова А. Н. Сенсомоторные реакции в психофизиологических исследованиях (Обзор) / А. Н. Нехорошкова, А. В. Грибанов, И. С. Депутат // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. – 2015. – № 1. – С. 38–48.
11. Шутова С. В. Сенсомоторные реакции как характеристика функционального состояния ЦНС / С. В. Шутова, И. В. Муравьева // Вестник ТГУ. – 2013. – Т. 18, Вып. 5. – С. 2831–2840.
12. Соболев В. И. Феномен независимости времени зрительно-моторной реакции простого выбора (модель «Go / No-go») от числа и модальности дифференцировочных тормозных стимулов / В. И. Соболев, М. Н. Попов, В. В. Труш // Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского Биология. Химия. – 2019. – Том 5 (71), № 3. – С. 95–109.
13. Иваницкий А. М. Наука о мозге на пути к решению проблемы сознания / А. М. Иваницкий // Вестник РАН. – 2010. – Т. 80, № 5, 6. – С. 447–455.
14. Сергин В. Я. Системная организация восприятия / В. Я. Сергин, Г. Г. Ябанжи // Вестник ДВО РАН. – 2004. – № 3. – С. 127–138.

15. Соболев В. И. Характеристика латентных периодов и параметров variability составных элементов простой зрительно-моторной реакции (электромиографическое исследование) / В. И. Соболев // Физиология человека. – 2020. – Т. 46, № 4. – С. 30–43.
16. Woods David L. Factors influencing the latency of simple reaction time / David L. Woods, John M. Wyma, E. William Yund [et al.] // Front. Hum. Neurosci. – 2015. – 26 March.
17. Айдаркин Е. К. Исследование особенностей взаимодействия зрительной и слуховой систем / Е. К. Айдаркин // Валеология. – 2006. – № 3. – С. 82–93.
18. Романенко В. А. Психофизиологический базис успешности обучения студенток / В. А. Романенко, Д. А. Кочура // Вестник Донецкого национального университета. Сер. А: Естественные науки. – 2016. – № 4. – С. 116–122.
19. Anderson M. Reaction time measures of speed processing: Speed of response selection increases with age but speed of stimulus categorization does not / M. Anderson, T. Nettelbeck, J. Barlow // British J. of Developmental Psychology. – 1977. – V. 15. – P. 145–157.

TO THE QUESTION OF MEASURING THE TIME OF EXECUTION OF THE OPERATION "SELECTING THE METHOD OF ACTION" AS A COMPOSITION OF THE "GO / GO" -TYPE AUDIOMOTOR REACTION

Sobolev V. I., Popov M. N.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russia
E-mail: v.sobolev@mail.ru*

It was assumed in the work that if we exclude the structural element “choice of the mode of action” from the process of realization of the audiomotor reaction, then by measuring the latent periods of two sensorimotor reactions (native and experimental), it is possible to calculate the time required to make a decision on the mode of action. Measuring the time of this operation was the purpose of this work. In the present study, the value of the “stimulus detection time” (sDT) indicator was determined by the EMG analysis method in 10 girls when performing audiomotor reactions of two models (AMR-1 and AMR-2). In the first case (AMR-1), the response to a sound stimulus with a frequency of 2500 Hz and a sound click was carried out in two alternative mode.

In the second case (AMR-2), the subjects reacted to stimuli in the same (unified) way, regardless of the nature of the sound stimulus, but only after they subjectively realized the nature (distinctive features) of the presented sound stimulus (sound with a frequency of 2500 Hz or a sound click). In this way, in the algorithm for performing the AMR-2 audiomotor reaction, in contrast to the AMR-1 model, the component “choice of an alternative method of action” was excluded, while the element “formation of conscious sensation” was preserved.

It was revealed that the sDT value with AMR-1 was $275 \pm 2,8$ ms, and with the AMP-2 algorithm, respectively, $231 \pm 3,29$ ms, or 16 % less ($-44 \pm 6,03$ ms); the value of variance based on the use of the two-sample F-test for variances in the AMP-2 model became significantly higher.

It is concluded that the duration of the operation "choice of the mode of action" as part of the audiomotor reaction "Go / Go"-type is, according to the results of this study, $44 \pm 6,03$ ms.

Keywords: mechanisms of sensorimotor reaction, structure of the audiomotor reaction "Go / Go" -type, time of the operation "choice of mode of action".

References

1. Ivanickij A. M. Mozgovaya osnova sub"ektivnyh perezhivaniy: gipoteza informacionnogo sinteza. *Zhurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti*, **46** (2), 241 (1966).
2. Ivanitskij A. M., Strelets V. B., Korsakov I. A. *Informatsionnye protsessy mozga i psikhicheskaja deyatel'nost*, (1984).
3. Sobolev V. I. The Independence of a Simple Visual-Motor Reaction from the Preconscious Component of Sensation during Backward Masking by Two-Color Stimuli. *Experimental Psychology (Russia)*. **13**(2), 4 (2020).
4. Heathcote A., Love Jonathon. Linear deterministic accumulator models of simple choice, *Front. Psychol.* 23 August (2012).
5. Edelman G. M., Tononi G. A. *Universe of Consciousness*, (2000).
6. Sergin V. YA. Avto-otozhdestvlenie patternov nejronnoj aktivnosti kak fiziologicheskij mekhanizm osoznaniya. *Zhurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti*, **3**, 259 (2016).
7. Shiffman KH. R. *Oshchushhenie i vospriyatie*, (2003).
8. Crick Francis The Astonishing Hypothesis: The Scientific Search for the Soul. New York: *Charles Scribner's Sons*, (1994).
9. Kostandov E. A. *Psikhofiziologiya soznaniya i bessoznatel'nogo*, (2014).
10. Nekhoroshkova A. N., Gribanov A. V., Deputat I. S. Sensomotornye reakcii v psihofiziologicheskikh issledovaniyah (Obzor). *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskie nauki*, **1**, 38 (2015).
11. Shutova S. V., Murav'eva I. V. Sensomotornye reakcii kak harakteristika funkcional'nogo sostoyaniya CNS. *Vestnik TGU*, **13** (5), 2831 (2013).
12. Sobolev V. I., Popov M. N., Trush V. V. The independence of the latent period of a complex visual-motor reaction ("GO / NO-GO"-model) from the number and modality of differentiating inhibitory stimulus. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Biologiya, Himiya*, **5**(71), 95 (2019).
13. Ivanitskij A. M. Nauka o mozge na puti k resheniyu problemy soznaniya. *Vestnik RAN*, **80**(5–6), 447 (2010).
14. Sergin V. Ya., Iabangi G. G. The systemic organization of perception. *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences*, **3**, 127 (2004).
15. Sobolev V. I. Characteristics, *Human Physiology*, **46**(4), 373 (2020).
16. Woods David L., Wyma John M., Yund E. William, Herron Timothy J., Reed B. Factors influencing the latency of simple reaction time. *Front. Hum. Neurosci.*, 26 March (2015).
17. Ajdarkin E. K. Issledovanie osobennostej vzaimodejstviya zritel'noj i sluhovoj sistem. *Valeologiya*, **3**, 82 (2006).
18. Romanenko V. A., Kochura D. A. Psihofiziologicheskij bazis uspešnosti obucheniya studentok. *Vestnik Doneckogo nacional'nogo universiteta. Ser. A: Estestvennye*, **4**, 116 (2016).
19. Anderson M., Anderson M., Nettelbeck T., Barlow J. Reaction time measures of speed processing: Speed of response selection increases with age but speed of stimulus categorization does not. *British J. of Developmental Psychology*, **15**, 145 (1977).