



# ИЗМЕРЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ФАЗЫ ФОРМИРОВАНИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ФЕНОМЕНА КАК ПРЕДИКТОРА ОСОЗНАННОГО ОЩУЩЕНИЯ ПРИ ЗРИТЕЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ «GO/NO-GO» ТИПА В ПАРАДИГМЕ ОБРАТНОЙ МАСКИРОВКИ

**СОБОЛЕВ В.И.**

*Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»),*

*г. Ялта, Российская Федерация*

*ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9318-5224>, e-mail: [v.sobolev@mail.ru](mailto:v.sobolev@mail.ru)*

**ПОПОВ М.Н.**

*Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»),*

*г. Ялта, Российская Федерация*

*ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7387-521X>, e-mail: [maks.popov@mail.ru](mailto:maks.popov@mail.ru)*

В психофизиологическом эксперименте выявлен эффект торможения дифференцировочной зрительно-моторной реакции (ДЗМР) «Go/No-go» типа под влиянием стимула-маскера, предьявляемого в разные периоды ее реализации; такой эффект проявляется в диапазоне асинхронии включения стимулов (АВС) от 40 до 100 мс (Stimulus Onset Asynchrony); между латентным периодом ДЗМР и значением АВС-интервала существует зависимость, описываемая в логарифмической шкале уравнением прямой линии: латентность сенсомоторной реакции обратно пропорциональна логарифму АВС. Для измерения длительности периода формирования физиологического феномена как предиктора осознанного ощущения может быть использован психофизиологический метод, основанный на измерении степени торможения скорости ДЗМР «Go/No-go» типа, реализуемой в парадигме обратной световой маскировки. Установлено, что латентность формирования физиологического феномена составляет 100 мс. Возможный механизм торможения скорости выполнения ДЗМР «Go/No-go» типа при обратной маскировке заключается в ослаблении под влиянием стимула-маскера интенсивности формирующегося физиологического феномена, что в конечном итоге закономерно вызывает удлинение латентного периода сенсомоторной реакции.

**Ключевые слова:** ощущение, время формирования физиологического феномена, обратная маскировка, зрительно-моторная реакция «Go/No-go» типа.

---

**Для цитаты:** *Соболев В.И., Попов М.Н.* Измерение длительности фазы формирования физиологического феномена как предиктора осознанного ощущения при зрительно-моторной реакции «Go/No-go» типа в парадигме обратной маскировки // Экспериментальная психология. 2022. Том 15. № 4. С. 231—245. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150415>



# MEASURING THE DURATION OF THE PHASE OF THE FORMATION OF A PHYSIOLOGICAL PHENOMENON AS A PREDICTOR OF CONSCIOUS SENSATION AT THE VISUAL-MOTOR REACTION “GO/NO-GO” — TYPE IN THE PARADIGM OF BACKWARD MASKING

**VALERY I. SOBOLEV**

*Academy of the Humanities and Pedagogics (branch) of V.I. Vernadsky  
Crimean Federal University, Yalta, Russia  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9318-5224>, e-mail: [v.sobolev@mail.ru](mailto:v.sobolev@mail.ru)*

**MAXIM N. P OPOV**

*Academy of the Humanities and Pedagogics (branch) of V.I. Vernadsky  
Crimean Federal University, Yalta, Russia  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7387-521X>, e-mail: [maks.popov@mail.ru](mailto:maks.popov@mail.ru)*

In a psychophysiological experiment, the effect of inhibition of the “Go/No-go” — type differential visual-motor reaction (DVMR) under the influence of a masker stimulus presented at different periods of its implementation was revealed; this effect is manifested in the range of stimulus onset asynchrony (SOA) from 40 to 100 ms. There is a relationship between the latent period of DVMR and the value of the SOA interval, described in a logarithmic scale by the equation of a straight line: the latency of the sensorimotor response is inversely proportional to the logarithm of SOA. The psychophysiological method based on measuring the degree of inhibition of the “Go/No-go” — type DVMR speed in the backward masking paradigm can be used to measure the duration of the formation of a physiological phenomenon as a predictor of conscious sensation. A possible mechanism of inhibition of the rate of realization of the “Go/No-go” — type “reaction during backward masking consists in a decrease in the intensity of the physiological phenomenon under the influence of the masker, which lengthens the latent period of the sensorimotor reaction.

**Keywords:** sensation, time of formation of a physiological phenomenon, backward masking, visual-motor reaction “Go/No-go” — type.

---

**For citation:** Sobolev V.I., Popov M.N. Measuring the Duration of the Phase of the Formation of a Physiological Phenomenon as a Predictor Of Conscious Sensation at the Visual-Motor Reaction “Go/No-Go” — Type in the Paradigm of Backward Masking. *Экспериментальная психология = Experimental Psychology (Russia)*, 2022. Vol. 15, no. 4, pp. 231–245. DOI: <https://doi.org/10.17759/exppsy.2022150415> (In Russ.).

## Введение

Фундаментальные проблемы психологии восприятия по-прежнему остаются в сфере внимания психологии, психофизиологии, нейрофизиологии, неврологии, психиатрии и педагогики [2; 5; 8; 9; 14]. Однако, несмотря на многолетнюю и плодотворную историю изучения, многие аспекты теории восприятия остаются недостаточно ясными, в частности, это относится к проблеме измерения времени формирования осознанного ощущения и отдельных его компонентов [4; 8; 14; 23]. Следует отметить, что определение данного показателя осложняется самой природой исследуемого феномена и, прежде всего, его субъективной оценкой со стороны индивида. Перед исследователем всегда возникает вопрос о степени



синхронности возникновения осознанного ощущения и «подачей знака» испытуемым о подобном событии. Кроме того, феномен ощущения проявляется не мгновенно, а занимает определенное трудноопределимое время. Задача еще больше усложняется, если возникает необходимость измерения латентности осознания кратковременных сенсорных стимулов, например, длительностью в несколько сотен мкс.

Среди перспективных методологических подходов при исследовании указанной проблемы восприятия можно выделить нейрофизиологические методы, основанные на определении латентности и топографии вызванных потенциалов, связанных с теми или иными событиями [6; 22; 24]. Однако и в этом случае остается неясным насколько точно, например, те или иные N- и P-волны, синхронизированы с моментом начала появления у испытуемого собственно осознанного ощущения. Необходимо также учитывать, что в случае длительности N- и P-волны, равной 100–150 мс [3], определение точного времени момента проявления ощущения затруднено. Ряд авторов считают, что латентность визуального компонента на ЭЭГ, отражающего момент осознания предъявленного стимула или перцепции в зависимости от использованного метода исследования, находится в диапазоне от 160 до 420 мс [15; 16; 18; 21; 22; 23; 24]. Применение других современных методов, например таких, как функциональная магниторезонансная томография [19], ограничено их значительной инерционностью. Наиболее адекватные прямые микроэлектродные исследования в условиях *in situ* в силу понятных причин (за исключением медицинских показаний) с участием человека не проводятся.

Используемый в психофизиологии метод измерения латентного периода зрительно-моторной реакции (ЗМР) для определения времени формирования осознанного ощущения в классическом исполнении малопригоден, так как позволяет измерить лишь комплексное время реакции, в которой латентности формирования ощущения принадлежит лишь определенная, не поддающаяся точному вычленению доля. Имеющаяся возможность несколько сузить рамки диапазона путем исключения из времени полной ЗМР моторного компонента и точного измерения параметра «время обнаружения стимула (stimuli detection time)» [13] в целом задачу не решает.

В литературе, касающейся психо- и нейрофизиологических основ восприятия, можно найти немало число логико-структурных схем, описывающих как в целом, так и в отдельных деталях процесс формирования осознанного ощущения [4; 5; 10; 11; 14; 20]. Их описание и анализ представляют особый интерес, однако требуют отдельного аналитического обзора. Тем не менее, в настоящее время не вызывает сомнения, что для проявления осознанного ощущения (психического феномена – ПФ) необходимо первоначальное формирование физиологического феномена (ФФ), который в дальнейшем в соответствующем виде транслируется в центральные структуры зрительного анализатора в качестве объекта консолидации следов светового стимула [8]. ФФ на разных стадиях своего создания (от уровня рецепторно-сетчатого аппарата до корковых отделов головного мозга) характеризуется специфическим нейрофизиологическим паттерном. Значение всех этих областей заключается в постепенном выявлении и анализе различных аспектов светового стимула [7; 14]. На конечной стадии формирование ФФ полностью завершается, после чего он включается в процессы организации собственно осознанного ощущения. К сожалению, характеристика терминальной морфофункциональной нейронной структуры, в которой завершается процесс создания ФФ, равно как и продолжительность этой фазы, достоверно не установлены.

Задача определения времени формирования физиологического феномена в цепочке реализации процесса осознанного светового ощущения в психологии и психофизиологии



восприятия в контексте настоящего исследования, по-видимому, не ставилась. В связи с этим аппаратное измерение значения этого показателя методами психофизиологического анализа, с одной стороны, представляет интерес для изучения природы и механизма реализации предсознательной фазы ощущения, а с другой — упрощает задачу определения длительности периода формирования одного из фундаментальных проявлений психики — феномена осознанного ощущения.

В качестве экспериментальной модели для измерения времени формирования физиологического феномена, как мы предлагаем, может быть использована дифференцированная зрительно-моторная реакция «Go/No-go» типа (ДЗМР), реализуемая в парадигме двухцветной обратной маскировки [12]. Суть предложенного подхода состоит в следующем. Априори считается, что при ДЗМР «Go/No-go» типа моторный ответ запускается лишь при условии предварительной осознанной идентификации испытуемым факта предъявления тестового стимула (альтернативная точка зрения может предполагать, что реализация ДЗМР осуществляется по другому принципу, а осознанное ощущение проявляется постфактум). После выполнения всех последующих нейрональных операций (сравнение с заданным в эксперименте эталоном, принятие решения о способе реакции и др.) происходит инициация моторной программы и собственно моторного ответа. Если каким-либо способом затруднить (ослабить интенсивность, помешать, затормозить, исказить) процесс формирования физиологического феномена, как предиктора осознанного ощущения, то латентный период целостной, интегральной, зрительно-моторной реакции должен автоматически удлиняться. В качестве такого рода тормозящего фактора, с нашей точки зрения, можно использовать эффект стимула-маскера той же модальности, но другого цвета, который должен предъявляться на разных этапах организации зрительно-моторной реакции, но обязательно после завершения периода так называемого «критического времени асинхронии включения стимулов» —  $ABC_{\text{крит}}$  (Stimulus Onset Asynchrony, SOA). Этот показатель в парадигме обратной маскировки отражает длительность периода абсолютной блокады (эффект прерывания) процесса последующего формирования осознанного ощущения [3; 8]. Согласно нашей рабочей гипотезе, предполагается, что в тот момент, когда создание физиологического феномена будет близко к завершению или же закончено, тормозной эффект стимула-маскера на скорость ДЗМР вначале существенно ослабнет, а затем полностью исчезнет. Определив для данного момента значение времени асинхронии включения стимулов, можно будет судить о длительности фазы формирования физиологического феномена ( $ABC_{\text{фФ}}$ ).

Целью работы явилось определение длительности фазы формирования физиологического феномена как предиктора осознанного светового ощущения на основании результатов измерения латентности зрительно-моторной реакции «Go/No-go» типа, выполняемой на фоне предъявления в разные периоды ее реализации «сенсорной помехи» в виде стимула-маскера.

## Методика

### *Характеристика контингента испытуемых*

Исследования проведены в осенне-зимний период с участием 12 студентов-психологов (девушки) в возрасте 18–19 лет ( $M = 18,3$ ;  $SD = 0,62$ ) Института педагогики, психологии и инклюзивного образования Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского.



### **Процедура исследования и оборудование**

В эксперименте № 1 (табл. 1) выявляли параметры стимуляции, при которых развивался максимально возможный (100%) эффект полной обратной световой маскировки (ОСМ). В качестве раздражителей использовали пару светоимпульсов, составленных из тестового стимула (1-й импульс – ТС, Синий), и стимула маскера (2-й импульс – маскер-стимул, МС, Зеленый). Стимулы предъявляли последовательно с регулируемым интервалом времени, численно равным периоду от начала ТС до начала МС (АВС-интервал, асинхрония включения стимулов – АВС, Stimulus Onset Asynchrony – SOA). В ходе опыта первоначально устанавливали равное значение длительности ТС и МС на уровне 0,1 мс, т. е. ТС и МС в шкале времени накладывались друг на друга, а АВС, следовательно, равнялась нулю. При таких значениях параметров эффект маскировки еще не проявлялся, а испытуемые всегда идентифицировали две цветоразличимые вспышки света: «Вижу две вспышки света – тестовый светоимпульс (Синий) и светоимпульс маскера (Зеленый)». Затем длительность стимула-маскера увеличивали до 30 мс при  $ТС = 0,1$  мс и  $АВС = 0$ , что незамедлительно вызывало эффект полной (100%) обратной маскировки: «Вижу только одну вспышку зеленого цвета». В дальнейшем при неизменной длительности вспышек света ТС и МС (соответственно 0,1 мс и 30 мс) АВС-интервал последовательно удлиняли от исходного уровня 0 мс до 10, 15, 20, 25, 30 или 40 мс. Маскировка считалась полной (100%) в том случае, если испытуемый во всех пробах-тестах (10 попыток) безальтернативно отвечал «ДА», т. е. маскировка имела место, в чем он был полностью уверен. В случае отсутствия полной маскировки или сомнения в этом испытуемый отвечал «НЕТ». Например, если в восьми попытках испытуемый отвечал «ДА», а в двух – «НЕТ», то, следовательно, показатель степени маскировки (другими словами – эффективности) составлял 80%. В дальнейшем данные для всей группы объединяли и вычисляли параметры вариационной статистики.

В ходе эксперимента № 2 (проводился в течение двух дней) измеряли латентный период дифференцировочной зрительно-моторной реакции (Reaction Time, RT) при разном значении АВС-интервала. RT измеряли дважды: первый раз с использованием маскера (помехи) при разных значениях АВС и второй раз – без него, т. е. без маскировки. В работе использовали известную модель дифференцировочной реакции простого выбора так называемого «Go/No-go» – типа. Согласно алгоритму этой модели, при чередующемся предъявлении двух стимулов испытуемый на один из них (тестовый стимул – ТС, Синий) должен отвечать моторной реакцией, а на другой (тормозной дифференцировочный стимул, Красный) – его игнорировать. Процедура заключалась в следующем: длительность ТС и тормозного дифференцировочного стимула устанавливалась на уровне 0,1 мс, а стимула-маскера (МС, Зеленый) на уровне 30 мс. Латентный период зрительно-моторной реакции измерялся при значениях АВС от 40 мс до 50, 60, 70, 80, 90, 100, 150, 200 и 300 мс. Число измерений RT при каждом значении АВС составляло 50 при паузах между очередным предъявлением стимула 4–6 с.

В эксперименте № 3 испытуемые оценивали силу субъективного ощущения после предъявлении тестового стимула ( $ТС = 0,1$  мс, Синий) на фоне действия стимула-маскера ( $МС = 30$  мс, Зеленый) при трех значениях АВС-интервала – 40, 70 и 100 мс. В ходе одного цикла АВС-интервал сменялся последовательно в следующем порядке: 40, 70 и 100 мс (итого, 3 варианта в одном цикле). Число выполненных циклов составляло 10. Анкетирование проводилось после выполнения каждого из 10 циклов. Использовалась трехбалльная шкала: 1 бал – «ощущение тестового стимула слабо выражено», 2 бала – «ощущение средней степени выраженности» и 3 балла – «ощущение ярко выражено».



В блоке светостимуляции экспериментальной установки была предусмотрена возможность программного выбора длительности световых вспышек в широком диапазоне значений: от 0,1 мс до 45 мс. ABC-интервал между тестовым стимулом и стимулом-маскером устанавливался в диапазоне от нуля (1-й и 2-й импульсы накладывались друг на друга) до 300 мс. Длительность тестового и дифференцировочного импульсов, а также значение ABC-интервалов и другие опции устанавливались аппаратно с помощью элементов цифровой логики. Экспериментальная установка включала следующие основные блоки: блок генерации случайных временных интервалов (в диапазоне от 4 до 6 с); блок задержки импульсов путем изменения с помощью электронных сопротивлений параметров задающей RC-цепочки (дискретно на: 0 – 10 – 15 – 20 – 30 – 40 – 50 – 60 – 70 – 80 – 90 – 100 – 150 – 200 – 300 мс); блоки формирования длительности импульсов; буферные устройства и RGB-светодиод.

Латентный период дифференцировочной зрительно-моторной реакции соответствовал интервалу времени от момента предъявления тестового стимула до момента фиксации кнопки «СТОП» секундомера, т. е. его остановки. Электронный секундомер, построенный на основе микроконтроллера ATmega 8515-16PU и LED-дисплея CA56-12SRWA, позволял измерять интервал времени с точностью до 0,25 мс/дел. Во время эксперимента пульт с кнопкой фиксировали между большим (сверху) и четырьмя (снизу) пальцами правой руки. Высокая эргономичность пульта позволяла в процессе выполнения моторной реакции при встречном движении пальцев (имитация хватательного рефлекса) существенно укорачивать время срабатывания кнопки «СТОП» и, следовательно, уменьшать ошибку измерения, обусловленную механическими свойствами кнопки.

В качестве монохроматического источника света использовался RGB-светодиод (Ultra brightness BL-L515RGBC) с рассеивающей линзой (угол рассеивания 20°), что позволяло инициировать вспышку красного (Ultra Orange 630 nm), зеленого (Ultra Pure Green 525 nm) или синего (Blue 430 nm) света. Значение силы света для каждого излучателя (красного, зеленого и синего) составляло постоянную величину и аппаратными средствами устанавливалось на приемлемом для глаза уровне 2000 mcd (luminous intensity). Световой излучатель диаметром 5 мм размещался в центре квадратной подложки белого цвета (80 × 80 мм).

**Статистический анализ** проводился с использованием пакетов прикладных программ Excel и Statistica 7.0 путем расчета основных показателей описательной статистики. Статистическую значимость различий между двумя средними арифметическими величинами определяли с помощью двухвыборочного t-теста Стьюдента для выборок с различными дисперсиями при заданном уровне значимости  $p < 0,05$ . Для оценки характера зависимости между исследуемыми параметрами использовались регрессионный и корреляционный анализ. Для характеристики вариабельности исследуемых показателей рассчитывались величины дисперсии выборок и коэффициенты вариации. Во всех случаях сравнение анализируемых показателей и оценка статистической значимости различий проводились на основании проверки нулевой и альтернативной гипотез.

## Результаты

В эксперименте № 1 определялись условия формирования полной обратной световой маскировки: длительность тестового стимула и стимула-маскера, а также «критическое время асинхронии» ( $ABC_{крит}$ ). Результаты исследования показали, что эффект полной обратной световой маскировки проявляется при длительности ТС = 0,1 мс, МС = 30 мс и значении ABC-интервала в диапазоне от 0 до 15 мс (табл. 1). При таких условиях опыта все испытуемые в 100%



случаев уверенно отвечали: «Вижу только зеленый свет», т.е. стимул-маскер (Зеленый) полностью маскировал тестовый стимул (Синий). При дальнейшем удлинении АВС-интервала до 20, 25 и 30 мс эффект полной маскировки наблюдался соответственно в  $79 \pm 6,1\%$ ,  $63 \pm 4,6\%$  и  $13 \pm 4,0\%$  случаев ( $p < 0,05$ ). Наконец, при АВС-интервале, равном 40 мс, все испытуемые и во всех пробах отвечали: «Вижу синий и зеленый стимулы». Такое состояние свидетельствовало об исчезновении эффекта полной маскировки, а, следовательно, интервал АВС = 40 мс соответствовал «критическому времени асинхронии включения стимула»  $ABC_{крит.}$ .

Таблица 1

**Динамика развития эффекта полной обратной световой маскировки двухцветной модели ( $M \pm m$ ) при разных значениях параметров стимуляции**

Условия эксперимента № 1	
Параметры стимуляции (ТС – МС – АВС), мс	Показатель степени полной обратной маскировки, %
0,1 – нет – нет	-
0,1 – 0,1 – 0	0
0,1 – 30 – 0	100
0,1 – 30 – 10	100
0,1 – 30 – 15	100
0,1 – 30 – 20	$79 \pm 6,1$
0,1 – 30 – 25	$63 \pm 4,6$
0,1 – 30 – 30	$13 \pm 4,0$
0,1 – 30 – 40	0

*Примечание.* ТС – тестовый стимул (Синий); МС – маскер-стимул (Зеленый); АВС–асинхрония включения стимулов.

В эксперименте № 2 определялось время формирования физиологического феномена как составной части латентного периода дифференцировочной зрительно-моторной реакции (табл. 2, рис. 1). С этой целью время ДЗМР (RT + МС) измерялось на фоне создания помехи исследуемой сенсомоторной реакции с помощью стимула-маскера (МС), предъявляемого испытуемому при разном значении АВС-интервала. Следует напомнить, что в данной серии опытов стимул-маскер предъявлялся в период, следующий после исчезновения эффекта полной обратной маскировки, т. е. начиная с 40 мс. Как видно из табл. 2, при значении АВС-интервала 40 мс, соответствующего для всей группы испытуемых «критическому времени асинхронии включения стимулов,  $ABC_{крит.}$ », латентный период зрительно-моторной реакции был на  $106 \pm 11,9$  мс более продолжительным, чем в условиях без предъявления сенсорной помехи. В дальнейшем, вместе с удлинением АВС-интервала, латентный период при выполнении ДЗМР неуклонно укорачивался и при АВС = 300 мс уменьшался до  $340 \pm 6,3$  мс, т. е. статистически значимо не отличался от величины, регистрируемой в условиях «без создания помехи» ( $343 \pm 5,6$  мс). Коэффициенты вариации во всех случаях являлись невысокими и сравнимыми по величине.

Алгоритм проведения теста позволил определить величину АВС-интервала, начиная с которой эффект помехи на латентный период исследуемой сенсомоторной реакции более не проявлялся (табл. 2, рис. 1). Так, при значении показателя «время асинхронии включения стимулов», равного 100 мс, латентность дифференцировочной зрительно-моторной реак-



ции составила  $347 \pm 6,6$  мс, т. е. соответствовала уровню в опыте «без создания помехи» (RT,  $343 \pm 5,6$  мс). Оценка степени различий между (RT+МС) и RT подтвердила сделанный вывод о том, что при удлинении АВС-интервала до 100 мс влияние стимула-маскера на характер и скорость зрительно-моторной реакции не обнаруживается; в этом случае различия составили  $4,0 \pm 8,6$  мс и являлись статистически незначимыми ( $p > 0,05$ ). Следовательно, можно предположить, что к этому моменту времени, т. е. через 100 мс от начала момента предъявления тестового стимула, фаза формирования физиологического феномена, как составной части латентного периода дифференцировочной зрительно-моторной реакции, завершалась.

Таблица 2

**Значение латентного периода дифференцировочной зрительно-моторной реакции (RT) при разных условиях эксперимента**

Значение АВС, мс	Условия эксперимента и показатель		
	Латентный период дифференцировочной зрительно-моторной реакции в опытах с созданием помехи стимулом-маскером (RT + МС), мс	Латентный период дифференцировочной зрительно-моторной реакции в опытах без создания помехи стимулом-маскером (RT), мс	Разница между (RT + МС) и RT, мс
40	$449 \pm 10,6^*(1346)[8,2\%]$	$343 \pm 5,6$ (376) [5,7 %]	$106 \pm 11,9^{**}$
50	$431 \pm 8,3^*(823)[6,7\%]$		$88 \pm 10,0^{**}$
60	$405 \pm 7,7^*(708)[6,6\%]$		$62 \pm 9,5^{**}$
70	$383 \pm 7,2^*(620)[6,5\%]$		$40 \pm 9,1^{**}$
80	$364 \pm 6,7^*(538)[6,4\%]$		$21 \pm 8,7^{**}$
90	$361 \pm 6,3^*(475)[6,0\%]$		$18 \pm 8,4^{**}$
100	$347 \pm 6,6(520)[6,6\%]$		$4 \pm 8,6$
150	$346 \pm 7,1(600)[7,1\%]$		$3 \pm 9,0$
200	$349 \pm 6,1(445)[6,0\%]$		$6 \pm 8,2$
300	$340 \pm 6,3(475)[6,4\%]$		$-3 \pm 8,4$

*Примечание.* «\*» — различия по отношению к показателю RT «без создания помехи» статистически значимы ( $p < 0,05$ ); «\*\*» — значение вычисленной разницы в показателях статистически значимо ( $p < 0,05$ ); в круглых скобках приведено значение дисперсии выборки; в квадратных скобках приведены коэффициенты вариации.

Собственно весь процесс (рис. 1, А) во всем исследованном диапазоне АВС-интервалов (40–300 мс) лучше всего описывался гиперболической зависимостью следующего вида:  $y = 310 + (5438 / x)$  при статистически значимом коэффициенте детерминации ( $R^2 = 0,92$ ) и небольшой средней ошибке аппроксимации 2,42%.

Для более полной характеристики зависимости между латентным периодом ДЗМР и значением АВС-интервала был проведен соответствующий корреляционный анализ, во-первых, в более узком диапазоне значений асинхронии включения стимула и, во-вторых, с использованием логарифмической шкалы (рис. 1, Б). При этом учитывался тот факт, что эффект задержки скорости выполнения ДЗМР при предъявлении стимула-помехи наблюдался в диапазоне АВС от 40 до 90 мс, а при АВС, равном 100 мс, эффект полностью исчезал. Результаты анализа показали, что в указанном диапазоне значений АВС (40–100 мс) в логарифмической шкале зависимость между латентным периодом ДЗМР и значением АВС-интервала описывается гиперболической зависимостью следующего вида:  $y = 310 + (5438 / x)$  при статистически значимом коэффициенте детерминации ( $R^2 = 0,92$ ) и небольшой средней ошибке аппроксимации 2,42%.



рифмической шкале характер зависимости описывается уравнением прямой следующего вида:  $y = -116(x) + 877$  при высоком коэффициенте детерминации 0,99 и небольшой его ошибке (1,05%). Значение всех коэффициентов в уравнении регрессии были статистически значимы ( $p < 0,05$ ). Такой результат свидетельствует о том, что латентный период (физиологический эффект, «у») пропорционален логарифму АВС-интервала («х»), что, по сути, соответствует критериям основного психофизического закона Вебера–Фехнера, согласно которому сила ощущения пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя. Следует принять во внимание, что в нашем случае было показано: чем меньше латентный период, тем больше скорость сенсомоторной реакции, или тем более выражен физиологический эффект.

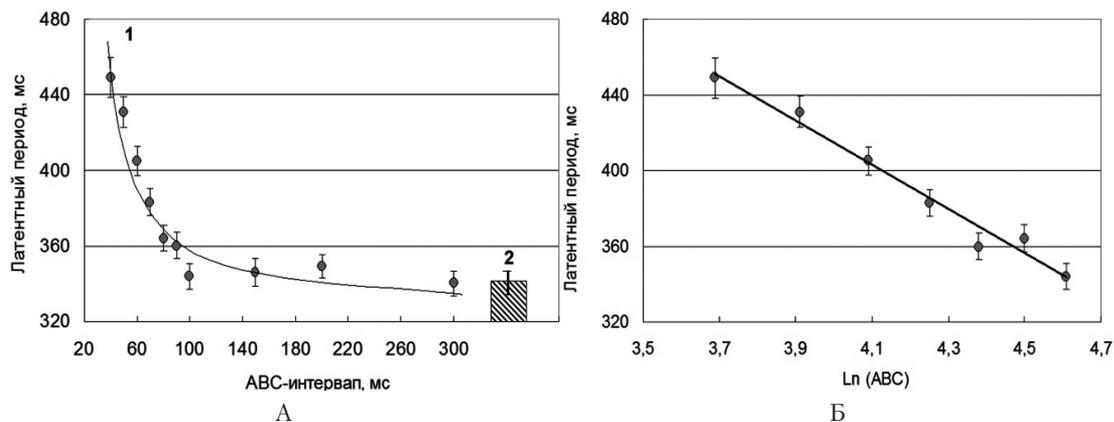


Рис. 1. Характер зависимости латентного периода дифференцировочной зрительно-моторной реакции «Go/No-go» — типа от значения АВС-интервала в условиях создания сенсорной помехи путем дополнительного предъявления стимула-маскера в арифметической (А) и логарифмической (Б) шкалах: на А—значение АВС-интервала приведено в арифметической шкале во всем исследованном диапазоне АВС (от 40 до 300 мс); 1 — теоретическая кривая гиперболической зависимости, 2 — значение латентного периода в условиях без предъявления стимула-маскера, мс; на Б—значение АВС-интервала (от 40 до 100 мс) приведено в логарифмической шкале

**Эксперимент № 3.** На заключительном этапе исследования осуществлялся анализ экспериментальных данных по результатам тестирования испытуемых на предмет субъективной оценки степени выраженности ощущения при предъявлении тестового стимула на фоне действия стимула-маскера (помехи) при разных значениях АВС-интервала. Анализ показал, что при значении АВС-интервала 40 мс средняя оценка степени выраженности светового ощущения составила 1 балл (при  $RT = 449 \pm 10,6$ ), а при 70 и 100 мс—  $2,17 \pm 0,11$  (при  $RT = 383 \pm 7,2$ ) и  $2,92 \pm 0,08$  (при  $RT = 347 \pm 6,6$ ) балла соответственно. Эти результаты свидетельствуют о том, что: а) запуск выполнения дифференцировочной зрительно-моторной реакции осуществляется во всех случаях, несмотря на существенно различающуюся степень выраженности светового ощущения; б) между интенсивностью ощущения и латентным периодом ДЗМР существует отрицательная корреляционная связь с коэффициентом корреляции Пирсона  $-0,99 \pm 0,05$  ( $p < 0,01$ ).

### Обсуждение результатов

Реализация дифференцировочной зрительно-моторной реакции (ДЗМР), с позиций системного подхода П.К. Анохина [1], осуществляется с помощью специфической функци-



ональной системы, которая была сформирована и помещена в память ранее на основании индивидуального опыта, но в искомый момент времени после постановки перед испытуемым экспериментальной задачи извлечена из памяти, активирована и скорректирована после нескольких пробных запусков. При этом в качестве аксиомы принимается принципиально важное допущение: реализация зрительно-моторной реакции «Go/No-go» типа предполагает неперенное опережающее моторный эффект формирование у испытуемого осознанного ощущения цвета тестового и тормозного стимулов.

Для реализации ДЗМР необходимы, по крайней мере, два важных условия — формирование физиологической и психической компоненты ощущения. Изначально формируется физиологический феномен (ФФ), который при ДЗМР «Go/No-go» типа сам по себе не запускает моторную реакцию, так как характер цвета тестового и тормозного стимулов к этому моменту еще не осознан. Непосредственный запуск ДЗМР возможен только после распознавания цвета стимула, т.е. формирования психического феномена ощущения. В парадигме обратной световой маскировки фаза формирования ФФ характеризуется двумя знаковыми точками, располагающимися в рамках диапазона АВС-интервала:  $ABC_{крит}$  и  $ABC_{фф}$ . При наших условиях экспериментов среднее значение  $ABC_{крит}$  в группе испытуемых составило 40 мс. К этому времени сенсорная помеха в виде стимула-маскера у всех испытуемых полностью утратила способность блокировать процесс последующего осознания предъявленного тестового стимула. Величина  $ABC_{крит}$  может колебаться в широком диапазоне значений и определяется условиями обратной маскировки [3; 12].

Измерение длительности ФФ в наших экспериментах проводилось путем нахождения интервала времени ( $ABC_{фф}$ ) между тестовым стимулом и стимулом сенсорной помехи (маскера), при котором сенсорная помеха, предъявляемая на разных этапах реализации зрительно-моторной реакции «Go/No-go» типа, полностью утратит способность замедлять скорость последней. Предполагалось, что к окончанию этого периода завершится формирование физиологического феномена, который в соответствующей форме транслируется в следующие структурные элементы центрального звена реализации зрительно-моторной реакции, и попытки помешать этому процессу становятся невозможными. По нашим данным, такой интервал, обозначенный как  $ABC_{фф}$ , составляет не менее 100 мс, так как после этой временной точки сенсорная помеха (маскер) была уже не в состоянии что-либо изменить в реализации психомоторной реакции. Как мы полагаем, интервал  $ABC_{фф}$  длительностью 100 мс необходим и достаточен при данных условиях эксперимента для полноценного формирования физиологического феномена как психофизической основы последующего проявления осознанного ощущения (психического феномена).

Найденное значение  $ABC_{фф}$  (100 мс) облегчает поиск места локализации нейрональной структуры, в которой возможно завершение процесса формирования ФФ или, по крайней мере, его наиболее важных, пока еще неизвестных, составляющих. По-видимому, эти структуры должны располагаться на временной шкале в точке на расстоянии не более 100 мс от момента предъявления тестового стимула. С учетом сказанного можно предположить, что точка завершения процесса формирования ФФ топографически может быть локализована в одном из пунктов «кольца» А.М. Иваницкого [4] либо в функционально подобных ему образованиях, описанных В.Я. Сергиным [11], G. Edelman [17] и др. Действительно, в предложенной А.М. Иваницким схеме «кольца» весь цикл кольцевого движения возбуждения занимает 150 мс [4] без учета еще 30 мс, необходимых для поступления возбуждения от сетчатки в первичную зрительную кору (вход «кольца»). Если за



точку отсчета принять момент предъявления испытуемому светового стимула, то через 100 мс возбуждение достигнет зрительных ассоциативных зон (поля Бродмана 18 и 19), т. е. структуры, где, как мы предполагаем, завершается процесс формирования полноценного ФФ. Это значение практически совпадает с эмпирически найденным нами интервалом  $ABC_{\text{ФФ}}$  100 мс. Полагают, что именно в экстрастриарной коре преимущественно осуществляется цветное декодирование стимула с участием структур с цветоопонентными характеристиками [7; 14]. В дальнейшем, сформировавшийся физиологический феномен или его отдельные ключевые компоненты в виде нейрофизиологического паттерна, содержащего всю информацию о цветовом стимуле, достигает гиппокампа или в целом гиппокамповой формации, а далее движется по «кольцу Иваницкого». Детали этого процесса нуждаются в конкретизации, которая может быть осуществлена с помощью прямых методов нейрофизиологического исследования, в связи с чем, предлагаемая нами схема, равно как и собственно трактовка понятия физиологического феномена, носят дискуссионный характер.

Второй аспект исследования, представляющий интерес для обсуждения, связан с тем, что предъявление стимула-помехи (маскера) на участке диапазона « $ABC_{\text{крит.}}$  –  $ABC_{\text{ФФ}}$ », т. е. от 40 до 100 мс, не блокировало последующее формирование осознанного ощущения и, соответственно, реализацию ДЗМР, однако оказывало выраженное отрицательное влияние на латентность зрительно-моторной реакции. Так, латентный период ДЗМР при данных условиях максимально удлинился на  $106 \pm 10,6$  мс (табл. 2,  $ABC = 40$  мс), но при  $ABC = 100$  мс эффект торможения реакции у всех испытуемых полностью исчезал. Это можно объяснить завершением к этому моменту времени периода формирования ФФ и «ускользанием» процесса реализации ДЗМР от тормозящего действия стимула-помехи.

В контексте обсуждения механизма действия стимула-маскера принципиально важным обстоятельством представляется обнаруженная зависимость между латентностью дифференцировочной зрительно-моторной реакции ( $y$ ) и значением  $ABC$ -интервала ( $x$ ), которая описывается в логарифмической шкале прямой линией (рис. 1, Б). Если принять, как аксиому, что скорость ДЗМР в конечном итоге эквивалентна интенсивности ощущения, а  $ABC$ -интервал отражает интенсивность раздражителя, то указанная зависимость в точности соответствует критериям известного закона Вебера–Фехнера, согласно которому сила ощущения пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя. Различия заключаются лишь в том, что в законе Вебера–Фехнера интенсивность раздражителя характеризуется физическими параметрами тестового стимула (яркость, длительность светового стимула и др.), тогда как в нашем случае – интенсивностью нейронального ответа в виде физиологического феномена, сформировавшегося в ходе анализа информации о стимуле и эквивалентного длительности  $ABC$ -интервала. Таким образом, можно полагать, что замедление скорости ДЗМР происходит не за счет временной задержки процесса в нейрональных структурах «кольца» А.М. Иваницкого или подобных ему образованиях, а за счет уменьшения (или искажения) под влиянием стимула-маскера (помехи) силы (интенсивности, структуры) формирующегося физиологического феномена либо его отдельных ключевых компонентов. В результате на выходе «кольца» появляется спектр ослабленных сигналов о тестовом стимуле различной интенсивности, формирующих в дальнейшем на уровне восприятия психические феномены разной степени выраженности и, как следствие, инициирующих большую или меньшую скорость сенсомоторной реакции, что мы и наблюдали.

Такой вывод согласуется и с результатами 3-й серии экспериментов с использованием метода анкетирования испытуемых: субъективная оценка степени выраженности осоз-



нанного ощущения тестового стимула отрицательно коррелировала с длительностью ABC-интервала. В связи с этим можно выстроить цепочку, отражающую особенности механизма действия маскера-помехи на латентный период ДЗМР: укороченный ABC-интервал (при условии:  $ABC_{крит} < ABC < ABC_{ФФ}$ ) — ослабленный физиологический феномен — слабо выраженное осознанное ощущение — замедление скорости ДЗМР.

Все сказанное может рассматриваться как подтверждение гипотезы о том, что механизм торможения ДЗМР при обратной маскировке вследствие действия сенсорной помехи, предъявляемой на стадии формирования ФФ, связан первоначально с модуляцией интенсивности либо с нарушением конфигурации физиологического феномена в структурах, подобных «кольцу» А.М. Иваницкого, а затем и выраженностью формируемого осознанного ощущения (психического феномена).

### Выводы

1. Эффект полной (100%) обратной световой маскировки (ОМС) надежно реализуется при следующих значениях ее параметров: длительность тестового стимула (Синий) 0,1 мс, длительность стимула-маскера (Зеленый) 30 мс, диапазон асинхронии включения стимулов (ABC) 0—15 мс; при ABC-интервалах 20, 25 и 30 мс степень проявления полной маскировки в группе испытуемых последовательно снижается до  $79 \pm 6,1$ ,  $63 \pm 4,6$  и  $13 \pm 4,0\%$ , а при ABC, равной 40 мс, полностью исчезает (0%).

2. Выявлен эффект торможения дифференцировочной зрительно-моторной реакции (ДЗМР) «Go/No-go» — типа под влиянием стимула-маскера, предъявляемого в разные периоды ее реализации (ReactionTime, RT); такой эффект проявляется в диапазоне ABC от 40 до 100 мс; между RT и значением ABC-интервала в указанном диапазоне существует зависимость, описываемая в логарифмической шкале уравнением прямой линии: латентность сенсомоторной реакции обратно пропорциональна логарифму ABC.

3. Для измерения длительности периода формирования физиологического феномена, как предиктора осознанного ощущения, может быть использован психофизиологический метод, основанный на измерении степени торможения скорости дифференцировочной зрительно-моторной реакции «Go/No-go» типа, реализуемой в парадигме обратной световой маскировки; установлено, что латентность формирования физиологического феномена составляет 100 мс.

4. Возможный механизм торможения скорости выполнения ДЗМР «Go/No-go» типа при обратной маскировке заключается в ослаблении под влиянием стимула-маскера интенсивности формирующегося физиологического феномена, что в конечном итоге закономерно вызывает удлинение латентного периода сенсомоторной реакции.

### Литература

1. Анохин П.К. Философские аспекты теории функциональной системы: избр. тр. / Отв. ред. Ф.В. Константинов, Б.Ф. Ломов, В.Б. Швырков. М.: Наука, 1978. 399 с.
2. Барабанщиков В.А. Общая психология: психология восприятия. 2-е изд. М.: Юрайт, 2019. 184 с.
3. Бахманн Т. Психофизиология зрительной маскировки. Тарту, 1989. 400 с.
4. Иваницкий А.М. Мозговая основа субъективных переживаний: гипотеза информационного синтеза [Электронный ресурс] // Журнал высшей нервной деятельности. 1996. Том 46. № 2. С. 241—252. URL:<http://aha.ru/~geivanit/SUBJ.html> (дата обращения: 01.05.2018).
5. Иваницкий А.М. Наука о мозге на пути к решению проблемы сознания // Вестник РАН. 2010. Том 80. № 5, 6. С. 447—455.



6. *Иваницкий А.М., Ильюченко И.Р.* Картирование биопотенциалов мозга при решении вербальной задачи // Журнал высшей нервной деятельности. 1992. Том 42. № 4. С. 627–635.
7. *Измайлов Ч.А., Соколов Е.Н., Черноризов А.М.* Психофизиология светового зрения. М.: Изд-во МГУ, 1989. 206 с.
8. *Костандов Э.А.* Психофизиология сознания и бессознательного. СПб.: Питер, 2014. 167 с.
9. *Масленникова А.В., Портнова Г.В., Нагибина Н.Л.* Сравнение стратегий восприятия тактильных стимулов в норме и у больных шизофренией // Экспериментальная психология. 2020. Том 13. № 2. С. 17–27. DOI:10.17759/exppsy.2020130202
10. *Нехорошикова А.Н., Грибанов А.В., Депутат И.С.* Сенсомоторные реакции в психофизиологических исследованиях (Обзор) // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия: Медико-биологические науки. 2015. № 1. С. 38–48.
11. *Сергин В.Я.* Авто-отождествление паттернов нейронной активности как физиологический механизм осознания // Журнал высшей нервной деятельности. 2016. Том 66. № 3. С. 259–278. DOI:10.7868/S0044467716020076
12. *Соболев В.И.* Независимость простой зрительно-моторной реакции от предсознательной компоненты ощущения при обратной маскировке двухцветными стимулами // Экспериментальная психология. 2020. Том 13. № 2. С. 4–16. DOI:10.17759/exppsy.2020130201
13. *Соболев В.И.* Характеристика латентных периодов и параметров variability составных элементов простой зрительно-моторной реакции (электромиографическое исследование) // Физиология человека. 2020. Том 46. № 4. С. 30–43. DOI:10.31857/S0131164620020174
14. *Шиффман Х.Р.* Ощущение и восприятие. 5-е изд. СПб.: Питер, 2003. 928 с.
15. *Vaars B.* Cognitive theory of consciousness. New York: Cambridge University Press, 1993. 424 p.
16. *Beckers G., Homberg V.* Impairment of visual perception and visual short term memory scanning by transcranial magnetic stimulation // Exp. Brain Research. 1991. Vol. 87. P. 421–432. DOI:10.1007/BF00231859
17. *Edelman G.M., Tononi G.A.* Universe of Consciousness. [Электронный ресурс]. N.Y.: BasicBooks, 2000. 274 p. DOI:10.1023/A:1024146021837
18. *Fahrenfort J.J., Scholfe H.S., Lamme V.A.F.* The spatiotemporal profile of cortical processing leading up to visual perception // Journ. of Vision. 2008. Vol. 8. P. 1–12.
19. *Koivisto M., Railo H., Salminen-Vaparanta N.* Transcranial magnetic stimulation of early visual cortex interferes with subjective visual awareness and objective forced-choice performance // Consciousness and Cognition. 2011. Vol. 20. № 2. P. 288–298.
20. *Miller O.F., Low K.* Motor processes in simple, Go/No-Go, and choice reaction time tasks: A psychophysiological analysis // Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance. 2001. Vol. 27. № 2. P. 266–289.
21. *Railo H., Koivisto M., Revonsuo A.* Tracking the processes behind conscious perception: A review of event-related potential correlates of visual consciousness // Consciousness and Cognition. 2011. Vol. 20. № 3. P. 972–983. DOI:10.1016/j.concog.2011.03.019.
22. *Railo H., Koivisto M.* The electrophysiological correlates of stimulus visibility and metacontrast masking [Электронный ресурс] // Consciousness and Cognition. 2009. Vol. 18. № 3. P. 794–803. DOI:10.1016/j.concog.2009.01.006
23. *Rutikua R., Arub J., Tallinn A., Bachmann T.* General markers of conscious visual perception and their timing // Frontiers in Human Neuroscience. 2016. Vol. 10. Article 23. P. 1–15. DOI:10.3389/fnhum.2016.00023
24. *Sysoeva O.V., Ilyutchenok I.R., Ivanitsky A.M.* Rapid and slow brain systems and of abstract and concrete words differentiation // International Journal of Psychophysiology. 2007. Vol. 65(3). P. 272–283.

## References

1. Anohin P.K. Filosofskie aspekty teorii funkcional'noj sistemy. Moscow: Nauka, 1978, 399 p. (In Russ.).
2. Barabanshnikov V.A. Obshchaya psixologiya: psixologiya vospriyatiya. 2-eizd. M.: Izdatel'stvo Yurajt, 2019, 184 p. (In Russ.).
3. Bachmann T. Psychophysiology of visual masking. Tartu, 1989. 400 p. (In Russ.).
4. Ivanickij A.M. Mozgovaya osnova sub"ektivnyh perezhivaniy: gipoteza informacionnogo sinteza [Brain basis of subjective experience: information synthesis hypothesis] *Zhurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti*



- [*I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*], 1996. No. 2, pp. 241–252. URL:<http://aha.ru/~geivanit/SUBJ.html> (Accessed 01.05.2018). (In Russ.; abstr. in Engl.).
5. Ivanitskij A.M. Nauka o mozgenaputi k resheniyu problem soznaniya. *Vestnik RAN*, 2010. Vol. 80, no. 5–6, pp. 447–455. (In Russ.).
  6. Ivanitskii A.M., Il'yuchenok I.R. Mapping of brain biopotentials in solving a verbal problem. *Zh. Vyssh. Nervn. Deyat. im. I.P. Pavlova*, 1992. Vol. 42, no. 4, p. 627–635. (In Russ.).
  7. Izmajlov Ch.A., Sokolov E.N., Chernorizov A.M. *Psixofiziologiya svetovogo zreniya*. M.: Izd-vo MGU, 1989. 206 p. (In Russ.).
  8. Kostandov E.A. *Psikhofiziologiya soznaniya I bessoznatel'nogo*. SPb.: Piter, 2014. 167 p. (In Russ.).
  9. Maslennikova A.V., Portnova G.V., Nagibina N.L. «Tactile Pictogram» Method: Differences in Tactile Perception Strategies in Schizophrenia and Healthy Contro. *Experimental Psychology (Russia)*, 2020. Vol. 13, no. 2, pp. 17–27. DOI:10.17759/exppsy.2020130202 (In Russ.).
  10. Nekhoroshkova A.N., Gribanov A.V., Deputat I.S. Sensomotornye reakcii v psihofiziologicheskikh issledovaniyah (Obzor). *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Seriya: Mediko-biologicheskije nauki*, 2015. No. 1, pp. 38–48. (In Russ.).
  11. Sergin V.Ya. Avto-otozhdestvlenie patternov neyronnoj aktivnosti kak fiziologicheskij mekhanizm osoznaniya [Auto-Identification of Neuronal Activity Patterns as a Physiological Mechanism of Awareness]. *Zhurnal vysshej nervnoj deyatel'nosti [I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity]*, 2016. No. 3, pp. 259–278. DOI:10.7868/S0044467716020076 (In Russ.; abstr. in Engl.).
  12. 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)*, 2020. Vol. 13, no. 2, pp. 4–16. DOI:10.17759/exppsy.2020130201 (In Russ.).
  13. Sobolev V.I. Characteristics of Latent Periods and Variability Parameters of Elements of a Simple Visuomotor Reaction: an Electromyographic Study. *Human Physiology*, 2020. Vol. 46, no. 4, pp. 30–43. DOI:10.31857/S0131164620020174 (In Russ.).
  14. Schiffman H.R. *Sensation and Perception an Integrated Approach*. SPb.: Piter, 2003. 928 p. (In Russ.).
  15. Baars B. *Cognitive theory of consciousness*. New York: Cambridge University Press, 1993. 424 p.
  16. Beckers G., Homberg V. Impairment of visual perception and visual short term memory scanning by transcranial magnetic stimulation. *Exp. Brain Research*, 1991. Vol. 87, pp. 421–432. DOI:10.1007/BF00231859
  17. Edelman G.M., Tononi G.A. *Universe of Consciousness*. N.Y.: Basic Books, 2000. 274 p. DOI:10.1023/A:1024146021837
  18. Fahrenfort J.J., Scholte H.S., Lamme V.A.F. The spatiotemporal profile of cortical processing leading up to visual perception. *Journ. of Vision*, 2008. Vol. 8, pp. 1–12.
  19. Koivisto M., Railo H., Salminen-Vaparanta N. Transcranial magnetic stimulation of early visual cortex interferes with subjective visual awareness and objective forced-choice performance. *Consciousness and Cognition*, 2011. Vol. 20, no. 2, pp. 288–298.
  20. Miller O.F., Low K. Motor processes in simple, Go/No-Go, and choice reaction time tasks: A psychophysiological analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2001. Vol. 27, no. 2, pp. 266–289.
  21. Railo H., Koivisto M., Revonsuo A. Tracking the processes behind conscious perception: A review of event-related potential correlates of visual consciousness. *Consciousness and Cognition*, 2011. Vol. 20, no. 3, pp. 972–983. DOI:10.1016/j.concog.2011.03.019.
  22. Railo H., Koivisto M. The electrophysiological correlates of stimulus visibility and metacontrast masking. *Consciousness and Cognition*, 2009. Vol. 18, no. 3, pp. 794–803. DOI:10.1016/j.concog.2009.01.006
  23. Rutikua R., Arub J., Tallinn A., Bachmann T. General markers of conscious visual perception and their timing // *Frontiers in Human Neuroscience*, 2016. Vol. 10. Article 23. P. 1–15. DOI:10.3389/fnhum.2016.00023
  24. Sysoeva O.V., Ilyutchenok I.R., Ivanitsky A.M. Rapid and slow brain systems and of abstract and concrete words differentiation. *International Journal of Psychophysiology*, 2007. Vol. 65(3), pp. 272–283.



### **Информация об авторах**

*Соболев Валерий Иванович*, профессор, доктор биологических наук, профессор кафедры здоровья и реабилитации, Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»), г. Ялта, Российская Федерация, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9318-5224>, e-mail: [v.sobolev@mail.ru](mailto:v.sobolev@mail.ru)

*Попов Максим Николаевич*, кандидат педагогических наук, доцент, заместитель директора, Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского (ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»), г. Ялта, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7387-521X>, e-mail: [maks.popov@mail.ru](mailto:maks.popov@mail.ru)

### **Information about the authors**

*Valery I. Sobolev*, Doctor of Science in Physiology, Professor, Department of Health and Rehabilitation, Academy of the Humanities and Pedagogics (branch) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University in Yalta, Yalta, Russia, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9318-5224>, e-mail: [v.sobolev@mail.ru](mailto:v.sobolev@mail.ru)

*Maxim N. Popov*, PhD in Pedagogy, Associate Professor, Deputy Director of the Academy of the Humanities and Pedagogics (branch) of V.I. Vernadsky Crimean Federal University in Yalta, Yalta, Russia, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7387-521X>, e-mail: [maks.popov@mail.ru](mailto:maks.popov@mail.ru)

Получена 09.09.2020

Received 09.09.2020

Принята в печать 01.12.2022

Accepted 01.12.2022