

УДК 612.88: 159.935

DOI 10.29039/2413-1725-2025-11-1-170-178

НЕЗАВИСИМОСТЬ ЛАТЕНТНОГО ПЕРИОДА ПРОСТОЙ ТАКТИЛЬНО-МОТОРНОЙ РЕАКЦИИ ОТ ПРЕДСОЗНАТЕЛЬНОЙ КОМПОНЕНТЫ ОЩУЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ОБРАТНОЙ МАСКИРОВКИ

Соболев В. И., Новак Р. Е.

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

Модель последовательной обратной тактильной маскировки тестового стимула стимулом-маскером применима при исследовании механизмов сопряжения процессов формирования ощущения и реализации сенсомоторных реакций. Эффект полной (100 %) маскировки надежно реализуется при следующих значениях ее параметров: длительность тестового стимула 20 мс, стимула-маскера 70 мс, критическое значение асинхронии включения стимула SOA 25 мс. Простая тактильно-моторная реакция в парадигме последовательной обратной тактильной маскировки всегда инициируется первым, тестовым стимулом, а ее запуск осуществляется вне связи с формированием осознанного тактильного ощущения.

Ключевые слова: обратная маскировка, «Fehrer-Raab effect», тактильно-моторные реакции, латентный период.

ВВЕДЕНИЕ

В физиологии сенсорных систем и психологии восприятия проблема формирования осознанного ощущения представляет как теоретический, так и практический интерес [1–3]. Одним из методологических подходов к ее решению является метод последовательной обратной маскировки. Первые достоверные инструментальные исследования, проведенные в этом направлении, были выполнены Элизабет Ферер и Давидом Раабом [4]. Авторы установили, что значение латентного периода реакции на тестовый световой стимул в условиях обратной маскировки не отличалось от времени реакции в условиях без использования световой маскировки («Fehrer – Raab effect»). Был сделан вывод о том, что для реализации зрительно-моторной реакции в условиях обратной маскировки не требуется формирование осознанного ощущения. Детали этого явления были изучены в многочисленных работах разных авторов [5–7]. Однако практически все они были посвящены исследованию световой обратной маскировки [8–10]. В стороне остались другие типы сенсомоторных реакций, в частности тактильной.

Изучение тактильного анализатора осложняется рядом обстоятельств, прежде всего, многофункциональностью этого анализатора, обусловленной сложной

морфофункциональной организацией тактильных рецепторов, а также методическими трудностями, связанными с техническими требованиями к тактильному стимулятору. В рамках парадигмы исследования механизмов формирования тактильного ощущения в условиях обратной маскировки представляется важным количественное измерение ряда ее параметров, в частности, таких как критическое время асинхронии включения стимулов (stimulus onset asynchrony, $SOA_{\text{крит.}}$). Этот показатель отражает длительность периода абсолютной уязвимости процесса формирования осознанного ощущения (в нашем случае формирование ощущения тестового тактильного стимула).

Целью работы явилось измерение основных параметров последовательной обратной маскировки в ходе выполнения тактильно-моторной реакции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились с участием 9 студентов-добровольцев Гуманитарно-педагогической академии (филиал) ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского» в г. Ялте возрастом от 19 до 20 лет.

При исследовании эффектов обратной маскировки использовался классический алгоритм эксперимента [5], суть которого заключалась в последовательной тактильной стимуляции тестовым стимулом (ТС) и следующим за ним стимулом-маскером (СМ). Стимулы предъявлялись последовательно с регулируемым интервалом межстимульного времени от начала ТС до начала СМ. Такой интервал получил название [5] асинхронии включения стимулов (stimulus onset asynchrony, SOA). Такой алгоритм опыта в дальнейшем позволил определить важный параметр обратной маскировки – «критическое время асинхронии включения стимулов, $SOA_{\text{крит.}}$ ».

В экспериментальной установке использовался тактильный стимулятор на основе соленоида типа КК-0530В и шагового двигателя, выполнявшего роль микровинта. К подвижному сердечнику соленоида для нанесения тактильного стимула крепился металлический стержень площадью сечения 1 мм^2 . Длительность стимулов определялась экспериментатором с помощью DDS-генератора прямоугольных импульсов (FY6900-30M), а SOA-интервал устанавливался с помощью схемы задержки импульса. Для исключения нежелательного звукового эффекта соленоид звукоизолировался, а испытуемый работал в наушниках, подключенных к источнику белого шума.

В ходе опыта при срабатывании соленоида металлический стержень поднимался вверх и касался внутренней поверхности первой фаланги безымянного пальца (тут же появлялась отметка на записи), после чего испытуемый в случае появления тактильного ощущения максимально быстрым скользящим движением указательного пальца той же руки замыкал электрическую цепь (функция кнопки «Стоп»), что сопровождалось появлением на электронной записи еще одной отметки (начало моторного ответа, Рис. 1). В последующем, после соответствующих курсорных измерений на сохраненной цифровой записи электронного USB-самописца (ADClab, S-Recorder-L, Россия) точно измерялась длительность SOA-интервал, а также латентный период тактильно-моторной реакции.

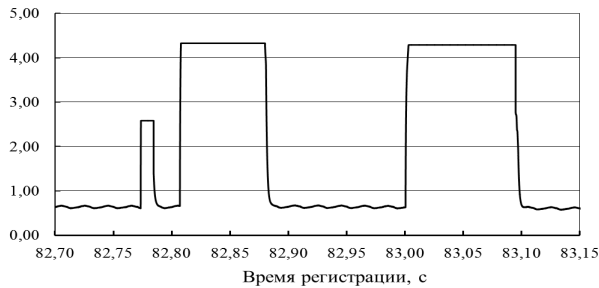


Рис. 1. Образец записи-оригинала тактильно-моторной реакции в ответ на стимуляцию дистальной фаланги безымянного пальца

Обозначения: первая отметка (слева – направо) – тактильный тестовый стимул; вторая отметка – тактильный стимул-маскер; третья отметка – начало отметки указывает на момент остановки секундомера; длительность тактильного стимула равна 20 мс; длительность тактильного стимула-маскера 70 мс; SOA-интервал 40 мс; латентный период реакции составил 235 мс; при построении рисунка на основе оригинальной цифровой записи (alf-файл) применялась программа Excel.

измеряли латентный период (ЛП) простой тактильно-моторной реакции (ТМР, $n=10$). Во всех случаях длительность ТС составляла 20 мс.

В эксперименте № 2 находили параметры стимуляции, при которых эффект полной обратной маскировки тестового стимула стимулом-маскером вначале развивался, а затем полностью исчезал. Стимулы предъявлялись последовательно при разных значениях SOA. В ходе исследования испытуемые должны были безальтернативно идентифицировать возникновение тактильного ощущения и максимально быстро фиксировать кнопку «СТОП», что приводило к остановке электронного секундомера и появлению отметки на электронной цифровой записи (рис. 1). Алгоритм опыта был следующим. Первоначально устанавливали значение длительности ТС и СМ соответственно на уровне 20 мс и 70 мс при SOA равном 20 мс, т. е. стимул-маскер предъявлялся сразу же после завершения действия первого тестового стимула. В этом случае наблюдался эффект полной маскировки (100 %) и испытуемый ощущал только один тактильный стимул. Тактильно-моторная реакция при этом не активировалась. Затем длительность интервала SOA при неизменной длительности ТС последовательно каждый раз увеличивали до 25, 30, 35, 40, 50, 60, 80 и 100 мс до тех пор, пока испытуемый не начинал четко идентифицировать уже два тактильных стимула - ТС и СМ (эффект маскировки на каком то этапе полностью исчезал). Этот момент наступал при определенном значении SOA-интервала, который соответствовал критическому времени асинхронии включения стимулов, $SOA_{крит}$. Количество предоставляемых попыток в

В подготовительном периоде выбрали интенсивность тактильного раздражения для ТС и СМ, которая определялась не столько длительностью стимуляции, сколько амплитудой движения тактильного стержня. Последняя устанавливалась путем изменения тока стимуляции соленоида. В случае с ТС амплитуда движения тактильного стержня составила 0,5 мм (немного выше пороговой величины), а в случае со стимулом-маскером 2 мм (интенсивный стимул). Предварительно кончик тактильного стержня с помощью шагового двигателя подвигался возможно ближе к коже пальца.

В эксперименте № 1 (тактильная маскировка не использовалась) первоначально

каждом тесте-варианте при оценке факта «есть маскировка/нет маскировки» составляло 20 с паузами между очередным измерением от 4 до 7 с.

Статистическая обработка данных. Оценку статистической значимости различий между сравниваемыми выборками осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента для вариационных рядов с разной дисперсией, а также с использованием двухвыборочного F-теста для дисперсий. Значения $p < 0,05$ рассматривали как статистически значимые. С помощью регрессионного и корреляционного анализа оценивали характер зависимости между значением SOA-интервала и латентным периодом тактильно-моторной реакции.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эксперимент № 1. На первом этапе анализа результатов представляют интерес данные измерения параметров простой тактильно-моторной реакции в условиях «Без маскировки» (табл.). Как видно из таблицы, латентный период составил $229 \pm 1,5$ мс при небольшой дисперсии выборки. Это свидетельствует о легкой идентификации испытуемыми факта предъявления тактильного стимула. В последующем эти данные послужат точкой отсчета степени отклонения вновь измеренного ЛП в динамике развития и угасания полной обратной маскировки.

Таблица

Зависимость латентного периода тактильно-моторной реакции (мс) и эффективности обратной последовательной маскировки (в %) у испытуемых от длительности SOA-интервала

Параметры стимуляции (ТС–МС–SOA), мс	Латентный период тактильно-моторной реакции, мс	Показатель степени полной маскировки, (%)
	Среднее, ошибка средней и (дисперсия)	
20 - 0 - 0 (Без маскировки)	$229 \pm 1,5$ (21)	-
20 - 70 - 20	-	100 %
20 - 70 - 25	-	100 %
20 - 70 - 30	$297 \pm 11,4$ (815)* ##	70 %
20 - 70 - 35	$277 \pm 4,3$ (212)* ##	30 %
20 - 70 - 40	$254 \pm 0,9$ (16) *	0
20 - 70 - 50	$246 \pm 1,0$ (20) *	0
20 - 70 - 60	$243 \pm 1,1$ (25) *	0
20 - 70 - 80	$231 \pm 0,8$ (12)	0
20 - 70 - 100	$229 \pm 0,9$ (17)	0

Примечание: * – различия статистически значимы ($p < 0,05$) по отношению к значению латентного периода, измеренного в условиях «Без маскировки»; ## – по результатам использования двухвыборочного F-тест для дисперсий различия между дисперсиями выборок статистически значимы ($p < 0,05$) по отношению к значению в условиях «Без маскировки».

Эксперимент № 2. На следующем этапе исследования латентный период тактильно-моторной реакции определяли на фоне помехи, создаваемой тактильным стимулом-маскером (табл.). Следует напомнить, что стимул-маскер предъявлялся испытуемому вслед за тестовым стимулом с последовательно изменяющимся SOA-интервалом. Как следует из таблицы, при значениях SOA, равных 20 и 25 мс, испытуемый не мог идентифицировать два отдельных тактильных стимула, ощущая их как один (полная последовательная маскировка тестового стимула стимулом-маскером, степень маскировки 100 %). В связи с этим тактильно-моторная реакция им не запускалась.

При удлинении SOA-интервала до 30 мс в 70 % случаев (14 проб из 20) у испытуемого тактильное ощущение все еще не формировалось (т. е. сохранялась 100 % маскировка), но в 30 % случаев (в 6 из 20) испытуемый начинал различать не один тактильный стимул, а два, что вызывало запуск тактильно-моторной реакции. Латентный период в этот момент составлял $297 \pm 11,4$ мс при очень высокой степени вариабельности (дисперсии). При значении SOA 35 мс ЛПП составил уже $277 \pm 4,3$ мс. Полная маскировка в этом случае наблюдалась в 30 % случаев. После удлинения SOA-интервала до 40, 50 и 45 мс латентный период реакции еще более укорачивался, но все еще был длиннее, чем в условиях «Без маскировки». Наконец, при SOA-интервале 60–100 мс скорость тактильно-моторной реакции уже статистически значимо ($p < 0,05$) не отличалась значений ЛПП в опытах без использования маскировки.

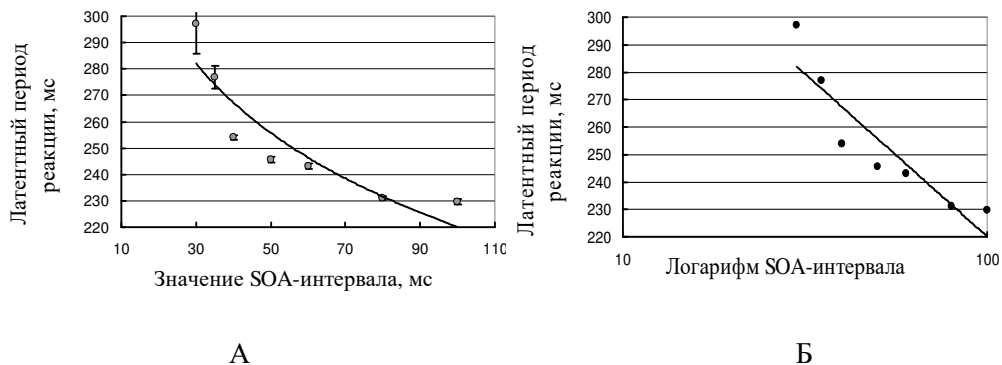


Рис. 2. Характер зависимости латентного периода тактильно-моторной реакции (мс) от значения SOA-интервала в шкале прямых (А) и логарифмических (Б) единиц.

Одной из задач настоящей работы явился вопрос о характере зависимости между длительностью SOA-интервала и значением латентного периода тактильно-моторной реакции. Такого рода зависимости принято описывать кривой «сила – эффект». На рис. 2 в графическом виде изображены кривые зависимости «SOA-ЛПП». Обращает на себя особое внимание график на рис. 2,Б, где шкала абсцисс представлена в логарифмическом виде и отображает значение SOA-интервала в диапазоне 30–100 мс, т.е. в пределах постепенного угасания эффекта полной

обратной маскировки. Соответствующее уравнение, имеющее одинаковый вид для Рис. 2,А и Рис. 2Б, приведено ниже:

$$\text{ЛП} = 457 - 51,5 \text{Ln}(\text{SOA})$$

при высоком значении коэффициента достоверности аппроксимации кривой ($R^2 = 0,84$).

Если принять за аксиому то, что интенсивность тактильного стимула коррелирует с продолжительностью SOA-интервала, а выраженность тактильного ощущения отражается в латентном периоде тактильно-моторной реакции, то характер зависимости «сила – эффект» имеет в логарифмической шкале вид прямой линии, т.е. в исследуемом диапазоне SOA-интервалов соответствует закону Вебера-Фехнера, согласно которому сила ощущения пропорциональна логарифму интенсивности раздражителя [11]. Следует принять во внимание, что в нашем случае, чем меньше латентный период, тем больше скорость сенсомоторной реакции, или тем более выражен физиологический эффект.

Результаты исследований позволяют определить такой важный параметр обратной маскировки, как «критическое время асинхронии включения стимулов, $\text{SOA}_{\text{крит}}$ ». Этот показатель отражает длительность периода абсолютной уязвимости процесса формирования осознанного ощущения (в нашем случае формирование ощущения тестового стимула), который в наших экспериментах составил 25 мс; при длительности SOA-интервала более 25 мс маскировка начинала угасать, а при 40 мс полностью исчезала. Можно полагать, что в данном случае имел место процесс прерывания цепочки формирования тактильного ощущения, т.е. запуск простой тактильно-моторной реакции носил бессознательный характер. Следовательно, для реализации простой тактильно-моторной реакции не требовалось формирование тактильного ощущения. Такой феномен, но в отношении простой зрительно-моторной реакции, был описан ранее и получил название «Ферер-Рааб-феномена» [4]. Механизм прерывания цепочки формирования ощущения при обратной маскировке представляет самостоятельный интерес и требует отдельных исследований. Отметим, что в настоящее время предложено несколько десятков гипотез, объясняющих эффект обратной маскировки [12–14].

Факт выполнения тактильно-моторной реакции вне зависимости от формирования соответствующего ощущения свидетельствует о том, что механизм ее реализации и механизм формирования ощущения разобщены как во времени проявления, так и в отношении структур мозга, координирующих эти процессы. Можно полагать, что существует укороченный отдельный скоростной тракт, используемый для простого обнаружения тактильного стимула и необходимости его осознания. С другой стороны, предполагается существование отдельного пути, предназначенного для формирования осознанного тактильного ощущения. Оба механизма функционируют параллельно, но с разной латентностью, а в условиях обратной маскировки скоростной механизм простого обнаружения сигнала функционирует сугубо изолированно, не предполагая неременного формирования осознанного ощущения.

Бессознательная реакция на тестовый стимул предполагает участие отдельной функциональной системы, обеспечивающей реализацию всего комплекса тактильно-моторного ответа. Мы полагаем, что такая функциональная система, вернее ее шаблон, хранится в сенсорной памяти и сформирована ранее на основании предшествующего

индивидуального эмпирического опыта. В ходе словесной установки экспериментатора в виде описания алгоритма поведенческой реакции испытуемого такого рода функциональная система корректируется в соответствии с новыми условиями ее выполнения, несколько раз (5–10) апробируется в процессе начального цикла обучения, закрепляясь в оперативной памяти, переходит в режим активного ожидания, а в случае предъявления тактильного стимула запускается по принципу триггера. Однако обсуждаемый аспект проблемы нейрофункциональной организации «Ферер-Рааб-феномена» в условиях обратной маскировки является отдельной задачей и требует фундаментальных исследований нейрофизиологического характера [3, 14–16].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модель обратной тактильной маскировки тестового стимула стимулом-маскером применима при исследовании механизмов сопряжения процессов формирования ощущения и реализации сенсомоторных реакций. Эффект полной (100 %) маскировки надежно реализуется при следующих значениях ее параметров: длительность тестового стимула 20 мс, стимула-маскера 70 мс, диапазон асинхронии включения стимулов (SOA) до 25 мс. В диапазоне значений SOA от начальной величины до 35 мс степень проявления полной маскировки снижается до 30 %, а при SOA, равном 40 мс, полностью исчезает.

Вычисленное критическое значение асинхронии включения стимула SOA (25 мс) указывает на относительно короткую длительность фазы абсолютной уязвимости процесса формирования осознанного тактильного ощущения в центральных структурах тактильного анализатора на стадии консолидации следов тактильного стимула.

Простая тактильно-моторная реакция в парадигме последовательной обратной тактильной маскировки всегда инициируется первым, тестовым стимулом, а ее запуск осуществляется вне связи с формированием осознанного тактильного ощущения.

Список литературы

1. Есаков А. И. Нейрофизиологические основы тактильного восприятия, М., 1971, библиогр.; Ильинский О. Б. Физиология механорецепторов, Л., 1975; Физиология сенсорных систем, под ред. А. С. Батуева, Л., 1976.
2. Современная экспериментальная психология: В 2 т. / Под ред. В. А. Барабанщикова. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2011 – Т. 2 – 493 с.
3. Костандов Э. А. Психофизиология сознания и бессознательного. / Костандов Э. А. – СПб.: Питер, 2014. – 167 с.
4. Fehrer E. Reaction time to stimuli masked by metacontrast [Электронный ресурс] / Fehrer E., Raab D. // Journal of Experimental Psychology. – 1962. – Vol. 63, № 2. – P. 143–147. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0040795>
5. Бахманн Т. Психофизиология зрительной маскировки. / Бахманн Т. – Тарту, 1989. – 400 с.
6. Bachmann T. Metacontrast masking of target-area internal contours and target overall surface brightness: the case of mutually coherent and incoherent visual objects [Электронный ресурс] / Bachmann T. // Spatial Vision. – 2009. – Vol. 22, № 2. – P. 127–146. <http://dx.doi.org/10.1163/156856809787465645>
7. Francis G. Quantitative Theories of Metacontrast Masking [Электронный ресурс] / Francis G. // Psychological Review. – 2000. – Vol. 107, № 4. – P. 768–685. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.107.4.768>

8. Jeffreys D. A. A visual evoked potential study of metacontrast masking / Jeffreys D. A., Musselwhite M. J. // *Vision Research*. – 1986. – Vol. 26. – P. 631–642.
9. Klotz W. Motor activation without conscious discrimination in metacontrast masking [Электронный ресурс] / Klotz W., Neumann O. // *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. – 1999. – Vol. 25, № 2. – P. 976–992. <http://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-1523.25.4.976>
10. Соболев В. И. Независимость простой зрительно-моторной реакции от предсознательной компоненты ощущения при обратной маскировке двухцветными стимулами / Соболев В. И. // *Экспериментальная психология*. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 4–16. doi: 10.17759/exppsy.2020130201
11. Fechner G. T. *Elements of psychophysics* / Fechner G. T. – (H.E. Adler, Trans.) New York: Holt, Rinehart and Winston, 1966. (Original work published 1860)
12. Aalderen-Smeets S. I. Investigating neurophysiological correlates of metacontrast masking with magnetoencephalography [Электронный ресурс] / Aalderen-Smeets S. I., Oostenveld R., Schwarzbach J. // *Advances in Cognitive Psychology*. – 2006. – № 2. – P. 21–35. <http://www.ac-psych.org/en/issues/volume/2/issue/1>
13. Breitmeyer B. G. Recent models and findings in visual backward masking: A comparison, review, and update / Breitmeyer B. G., Ogmen H. // *Perception and Psychophysics*. – 2000. – Vol. 62, № 8. – P. 1572–1595.
14. Francis G. Quantitative Theories of Metacontrast Masking [Электронный ресурс] / Francis G. // *Psychological Review*. – 2000. – Vol. 107, № 4. – P. 768–685. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.107.4.768>
15. Иваницкий А. М. Наука о мозге на пути к решению проблемы сознания / Иваницкий А. М. // *Вестник РАН*. – 2010. – Т. 80, № 5, 6. – С. 447–455.
16. Aalderen-Smeets S. I. Investigating neurophysiological correlates of metacontrast masking with magnetoencephalography [Электронный ресурс] / Aalderen-Smeets S. I., Oostenveld R., Schwarzbach J. // *Advances in Cognitive Psychology*. – 2006. – № 2. – P. 21–35. <http://www.ac-psych.org/en/issues/volume/2/issue/1>

THE INDEPENDENCE OF THE LATENT PERIOD OF A SIMPLE TACTILE-MOTOR REACTION FROM THE PRECONSCIOUS COMPONENT OF SENSATION DURING OF BACKWARD MASKING

Sobolev V. I., Novak R. E.

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Republic of Crimea, Yalta, Russia
E-mail: v.sobolev@mail.ru*

In the physiology of sensory systems and the psychology of perception, the problem of forming a conscious sensation is of both theoretical and practical interest. One of the methodological approaches to its solution is the method of successive reverse masking. The aim of the work was to measure the main parameters of sequential reverse masking during the execution of a tactile-motor reaction.

Method. The research was conducted with the participation of 9 student volunteers. Using a tactile stimulator and an electronic stopwatch, the latent period of the tactile-motor reaction was measured during successive backward masking. During the experiment, the subjects found the stimulation parameters at which the effect of complete backward masking of the test stimulus by the masker stimulus first developed and then completely disappeared. The stimuli were presented sequentially at different values of stimulus onset asynchrony (SOA).

Results. The model of sequential backward tactile masking of a test stimulus by a masker stimulus is applicable in studying the mechanisms of coupling the processes of sensation formation and the implementation of sensorimotor reactions. The effect of complete (100 %) masking is reliably realized with the following values of its parameters: the duration of the test stimulus is 20 ms, the masker stimulus is 70 ms, the critical value of asynchrony of the stimulus inclusion SOA is 25 ms.

Conclusion. A simple tactile-motor reaction in the paradigm of sequential backward tactile masking is always initiated by the first, test stimulus, and its launch is carried out independently of the formation of a conscious tactile sensation. The nature of the dependence “intensity of tactile stimulus – latent period” has the form of a straight line in the logarithmic scale, i.e. in the studied range of SOA intervals it corresponds to the Weber-Fechner law.

Keywords: backward masking, "Fehrer-Raab effect", tactile-motor reactions, latent period.

References

1. Esakov A. I. *Neurophysiological Foundations of Tactile Perception*, (Moscow, 1971). (In Russ.).
2. Modern experimental psychology: In 2 volumes / Ed. by V. A. Barabanshchikov, M.: Publishing house Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences, 2, 493 (2011). (In Russ.).
3. Kostandov E. A. *Psikhofiziologiya soznaniya i bessoznatel'nogo*, (SPb. : Piter, 2014, p.167).
4. Fehrer E., Raab D. Reaction time to stimuli masked by metacontrast, *Journal of Experimental Psychology*, **63**(2), 143 (1962). <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0040795>
5. Bachmann Talis. *Psychophysiology of visual masking*, (Tartu, 1989. 400 p.). (In Russ.).
6. Bachmann T. Metacontrast masking of target-area internal contours and target overall surface brightness: the case of mutually coherent and incoherent visual objects, *Spatial Vision*, **22** (2), 127 (2009). <http://dx.doi.org/10.1163/156856809787465645>
7. Francis G. Quantitative Theories of Metacontrast Masking, *Psychological Review*, **107** (4), 768 (2000). <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.107.4.768>
8. Jeffreys D. A., Musselwhite M. J. A visual evoked potential study of metacontrast masking, *Vision Research*, **26**, 631 (1986).
9. Klotz W., Neumann O. Motor activation without conscious discrimination in metacontrast masking, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **25**(2), 976 (1999). <http://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0096-1523.25.4.976>
10. 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*, **13**(2), 4 (2020).
11. Fechner G. T. Elements of psychophysics (H.E. Adler, Trans.) *New York: Holt, Rinehart and Winston*, 1966. (Original work published 1860).
12. Aalderen-Smeets S. I., Oostenveld R., Schwarzbach J. Investigating neurophysiological correlates of metacontrast masking with magnetoencephalography, *Advances in Cognitive Psychology*, **2**, 21 (2006). <http://www.ac-psych.org/en/issues/volume/2/issue/1>
13. Breitmeyer B. G., Ogmen H. Recent models and findings in visual backward masking: A comparison, review, and update, *Perception and Psychophysics*, **62**(8), 1572 (2006).
14. Francis G. Quantitative Theories of Metacontrast Masking, *Psychological Review*, **107**(4), 768 (2000). <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.107.4.768>
15. Ivanitskij A. M. Nauka o mozge na puti k resheniyu problemy soznaniya. *Vestnik RAN*, **80**(5-6), 447 (2010). (In Russ.).
16. Aalderen-Smeets S. I., Oostenveld R., Schwarzbach J. Investigating neurophysiological correlates of metacontrast masking with magnetoencephalography, *Advances in Cognitive Psychology*, **2**, 21 (2006). <http://www.ac-psych.org/en/issues/volume/2/issue/1>