

РАДИАЦИЯ И БИОСФЕРА

УДК 612.821:681.78

Влияние инфракрасной импульсной подсветки на скорость восприятия оптической информации оператором

И.А. Белякова¹, Ю.Н. Пономарев², А.Н. Байков¹,
О.Ю. Никифорова², К.Ю. Осипов^{2*}

¹ Сибирский государственный медицинский университет
634050, г. Томск, Московский тракт, 2

² Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН
634055, г. Томск, пл. Академика Зуева, 1

Поступила в редакцию 11.09.2015 г.

Исследовано влияние инфракрасной импульсной подсветки на время реакции на зрительный стимул при распознавании геометрических фигур на экране монитора.

Ключевые слова: зрительный стимул, время реакции, импульсная ИК-подсветка; visual stimulus, discrimination reaction time, pulsed infrared illumination.

Введение

Впервые время реакции человека на внезапный раздражитель было измерено почти 200 лет назад, после того, как было обнаружено, что наблюдатели, засекающие момент прохождения звезды через меридиан, дают разные показания. С тех пор время реакции человека стало объектом многих исследований как с точки зрения зависимости от таких внешних факторов, как интенсивность раздражителя, сенсорная модальность и сенсорное качество сигнала, периодичность повторения, так и с точки зрения анализа механизмов познавательных процессов в когнитивной психологии и оценки индивидуальных особенностей конкретных индивидуумов, например для оценки их профессиональных качеств [1, 2].

Измерение времени реакции на определенный стимул является методом, позволяющим оценить эффективность восприятия оператором в соответствии с предварительной инструкцией [3–5]. В зависимости от поставленной перед оператором задачи различают простые сенсомоторные реакции и дифференцировочные сенсомоторные реакции простого или сложного выбора [1, 6, 7].

В ряде работ показано, что при интенсивности раздражителя в области осознанного восприятия, например при громкости звука выше 20–40 дБ, время простой реакции определяется в основном физической природой раздражителя и особенно-

стями воспринимающего рецептора. Самая большая скорость простой сенсомоторной реакции была получена при использовании звуковых сигналов и при осязательном воздействии (время реакции 105–180 мс). Время реакции на зрительный сигнал оказалось существенно больше (150–225 мс) [8]. По данным [3], время «простой» реакции на звук равнялось 148 мс, а на свет – 190 мс. В [9] было измерено время простых сенсомоторных реакций на слуховые и зрительные стимулы среди студентов. Средняя величина времени реакции на зрительный стимул составила (284 ± 25) мс, крайние значения – 237,2 и 346,4 мс. Средняя величина времени реакции на слуховой стимул вышла несколько больше – (299 ± 36) мс, а разброс полученных измерений варьировал от 243,2 до 405 мс.

В [10] при исследовании скорости простой сенсомоторной реакции стимулы предъявлялись в центре экрана монитора, в качестве стимулов использовался квадрат (время экспозиции 200 мс, межстимульный интервал 2–5 с). Испытуемому необходимо было после восприятия предъявляемых стимулов как можно быстрее нажать на кнопку (время реакции фиксировалось). Среднее время моторного ответа на предъявляемые стимулы (19 обследуемых) составляло $(301,2 \pm 10,4)$ мс.

При исследовании возрастной динамики времени реакции на зрительный стимул в работе [6] для студентов в возрасте от 17 до 24 лет были установлены достоверные различия времени реакции для лиц мужского и женского пола: время простой сенсомоторной реакции составило (273 ± 14) мс для юношей и (320 ± 13) мс для девушек, а время дифференцировочной реакции первого типа (испытываемый должен реагировать нажатием кнопки при появлении

* Ирина Александровна Белякова (happy4@mail.ru); Юрий Николаевич Пономарев (yurpon@iao.ru); Александр Николаевич Байков (bikov-an@ssmi.net.ru); Ольга Юрьевна Никифорова (nik@iao.ru); Константин Юрьевич Осипов (osipov@iao.ru).

на экране одного изображения и не реагировать при появлении другого) составило (401 ± 20) мс для юношей и (452 ± 17) мс для девушек. В этой работе также отмечено, что полученные результаты хорошо согласуются с данными одних авторов и несколько превосходят результаты, полученные другими.

В [1] отмечено, что многократное измерение времени реакции любого индивида в неизменных условиях эксперимента выявляет значительные колебания этого параметра, отдельные значения времени реакции могут отличаться от среднего, полученного у одного и того же индивида в том же самом эксперименте, в 1,5–2 раза. Отмечено также, что длительность дифференцировочных реакций примерно в 1,5 раза больше длительности простой сенсорной реакции.

Многочисленные исследования посвящены изучению восприятия сигналов на подпороговом уровне. Подпороговое восприятие – это неполная обработка информации, при которой, несмотря на невозможность осознания и критической оценки поступающих сигналов, происходит их семантическая оценка. Результаты изучения подпороговых семантических установок свидетельствуют о том, что стимул, о котором наблюдатель даже не подозревает, может влиять на его перцептивную активность [11, 12]. Установлено, что стимулы, предъявляемые на уровне ниже порога осознания, оказывают позитивное влияние на опознание связанных с ними объектов и решение других семантических задач [13–15]. Так, подпороговые стимулы ускоряют опознание связанных с ними слов и других объектов, испытуемые реагируют на стимулы, связанные с подпороговыми, как на более ожидаемые [16].

Комбинация двух различных раздражителей в один стимул (одновременное предъявление) предполагает подсознательный семантический анализ информации. Это один из механизмов включения внимания. Головной мозг оценивает поступающую сенсорную информацию с точки зрения значимости для организма.

Целью данного исследования является измерение времени реакции человека на комбинацию зрительного стимула с инфракрасным импульсом.

Описание эксперимента

В исследовании участвовали 28 добровольцев в возрасте от 18 до 48 лет. Каждому из них было предложено выполнить компьютерный тест. На экране монитора последовательно появлялись изображения креста и круга. Изображение появлялось в центре верхней части экрана: контур очерчен сплошной черной линией на белом фоне. Размер изображения составлял 7 см. Испытуемому было дано задание нажимать кнопку мыши при появлении креста и не нажимать при появлении круга.

В каждом тесте было показано 112 изображений с интервалом 2 с. Фигура появлялась на мониторе на 0,1 с. Типы изображений чередовались в случайном порядке, но количество предъявлений круга

и креста было одинаково. Испытуемый выполнял тест дважды, причем в одной из частей эксперимента появление геометрической фигуры сопровождалось синхронным включением ИК-светодиода. Длительность ИК-сигнала составляла 0,1 с, так же как и длительность нахождения изображения на мониторе. Синхронизация подачи ИК-сигнала и изображения на экране проводилась автоматически. Светодиод мощностью 20 мВт и длиной волны излучения 950 нм был закреплен в центре на верхней части корпуса монитора.

Комбинация появления на экране фигуры с подачей ИК-сигнала была предъявлена испытуемым без предупреждения, либо при первом выполнении теста, либо при втором. Поскольку ИК-сигнал был подпороговым, испытуемые не знали, в какой части эксперимента он появлялся. Количество стимулов «фигура» и «фигура + ИК» было одинаковым – 112 раз. Время реакции усреднялось по 112 реализациям. Таким образом, в результате эксперимента фиксировались 2 значения времени реакции испытуемого на стимул: при одновременном воздействии ИК-сигнала и без него.

Всего проведено 40 измерений. Нежелательных явлений отмечено не было. Для каждого измерения были получены средние значения времени реакции испытуемого на стимулы «фигура» и «фигура + ИК».

Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлены средние значения времени реакции на стимулы «фигура» и «фигура + ИК» для каждого измерения. Эти значения находятся в диапазоне от 238 до 360 мс и хорошо согласуются с результатами [6, 9, 10].

Из-за небольшого числа измерений распределение полученных значений не исследовалось. Статистические данные для обеих выборок представлены в таблице.

Статистические данные полученных значений времени реакции на стимулы «фигура» и «фигура + ИК»

Параметр	Время реакции на стимул, мс	
	«фигура»	«фигура + ИК»
Среднее значение	296,3	287,8
Среднеквадратическое отклонение	30,7	28,0
Максимальное значение	359,7	347,8
75%-квартиль	318,3	306,5
Медиана	290,6	281,7
25%-квартиль	272,5	267,9
Минимальное значение	241,7	238,1

Поскольку в каждом измерении одним и тем же испытуемым было выполнено 2 теста, т.е. полученные выборки являются связанными, для анализа использовался критерий Вилкоксона для связанных выборок. Установлено, что различия времен реакции

на стимулы являются достоверными ($p < 0,01$), при сочетании зрительного стимула с ИК-излучением время реакции на стимул уменьшается.

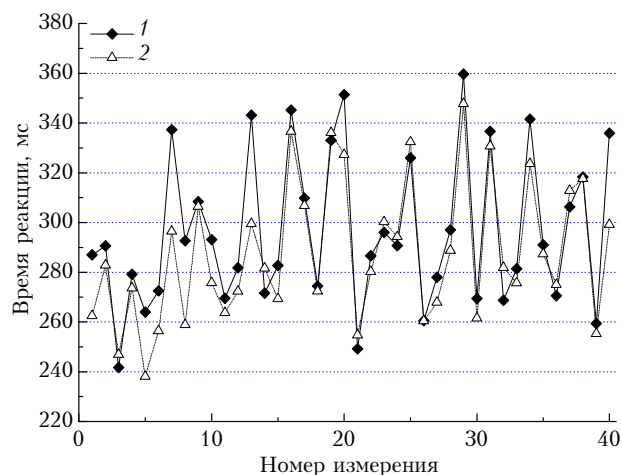


Рис. 1. Значения времени реакции при выполнении задачи распознавания зрительного стимула в комбинации с ИК-импульсом: 1 – стимул «фигура»; 2 – стимул «фигура + ИК»

На рис. 2 показано относительное различие Δ времени реакции на зрительный ($BP1$) и комбинированный ($BP2$) стимулы для каждого измерения, рассчитанное по формуле

$$\Delta = \frac{(BP2 - BP1)}{BP1}$$

Величина Δ характеризует относительное влияние ИК-сигнала на время реакции обследуемого на зрительный стимул. Видно, что в 1/4 случаев (10 из 40) реакция замедлена, в 1/8 случаев (5 из 40) реакция слабо изменилась: точки находятся на оси или вблизи оси абсцисс, в 1/4 (10 из 40) случаев реакция ускорена более чем на 5%, в том числе в 1/8 случаев – более чем на 10%.

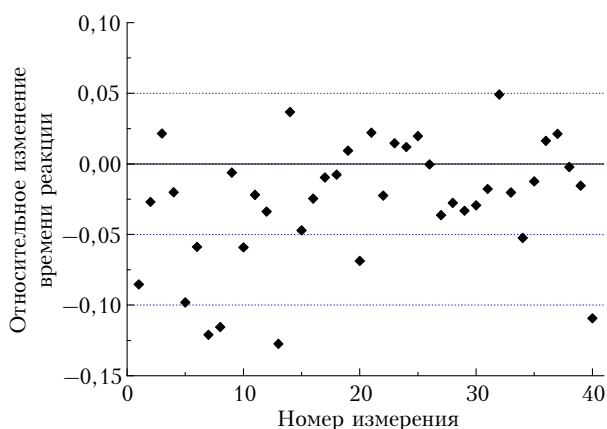


Рис. 2. Относительное различие времени реакции на зрительный и комбинированный стимулы

Заключение

Результаты измерений показывают, что подпороговый инфракрасный сигнал ускоряет время реакции при выполнении задачи распознавания геометрических фигур. Это подтверждает известные ранее данные о возможности участия подпороговых стимулов в создании ситуации предрешения, служащей основой для дальнейшего выбора [14]. Полученные данные подтверждают гипотезу об относительной физиологической значимости слабого модулированного сигнала для центральной нервной системы. Пространственное и временное распределение малых энергий приводит к вовлечению в восприятие и обработку сигнала рецепторных систем и центральных сенсорных механизмов, что находит отражение в укорочении времени реакции.

Авторы благодарят С.А. Рудченко и Д.В. Котова за помощь в подготовке и проведении эксперимента.

Работа выполнена при поддержке Проекта П.11.2.4 Президиума СО РАН.

1. *Зайцев А.В., Лундин В.И., Сурнина О.Е.* Время реакции в теоретических и прикладных исследованиях // Электронный научный архив Уральского фед. гос. ун-та [Электронный ресурс]. URL: <http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/3964/3/pv-01-03.pdf> (дата обращения: 07.09.2015).
2. *Психофизиолог.* Устройство психофизиологического тестирования [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medicom-mtd.com/htm/Products/psychophysiolog.html> (дата обращения: 07.09.2015).
3. *Бойко Е.И.* Время реакции человека. М.: Медицина, 1964. 440 с.
4. *Герман И.* Физика организма человека. Долгопрудный: Интеллект, 2011. 992 с.
5. *Кордуэлл М.* Психология. А – Я: Словарь-справочник. М.: ФАИР-Пресс, 2000. 448 с.
6. *Зайцев А.В., Лундин В.И., Сурнина О.Е.* Возрастная динамика времени реакции на зрительные стимулы // Физиология человека. 1999. Т. 25, № 6. С. 34–37.
7. *Милов В.Н., Шляхтин Г.С.* Измерение времени сенсомоторных реакций человека. Методические указания к лабораторным работам по курсу «Общий психологический практикум» (Тема I. Психомоторика). Н. Новгород: ННГУ, 2008. 21 с.
8. *Ломов Б.Ф.* Человек и техника. М.: Сов. радио, 1966. 463 с.
9. *Гункин В.А., Опрышко Н.С.* Определение корреляций между величиной показателя IQ и временем простых сенсомоторных реакций на слуховые и зрительные стимулы [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kantiana.ru/medicinal/sno/win/2011/3.doc> (дата обращения: 07.09.2015).
10. *Миняева Н.Р.* Отражение восприятия иллюзорных изображений в параметрах биоэлектрической активности мозга человека: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов н/Д.: НИИ нейрокибернетики им. А.Б. Когана, 2010. 24 с.
11. *Шиффман Х.* Подпороговое восприятие [Электронный ресурс]. URL: <http://psychology-online.net/articles/doc-1183.html> (дата обращения: 07.09.2015).
12. *Marcel A.J.* Conscious and unconscious perception: Experiments on visual masking and word recognition // Cogn. Psychol. 1983. V. 15, N 2. P. 197–237.

13. *Костандов Э.А.* Осознаваемые и неосознаваемые формы высшей нервной деятельности человека. Л.: Наука, 1988. 677 с.
14. *Филитова М.Г.* Роль неосознаваемых значений в процессе восприятия многозначных изображений: Автореф. дис. ... канд. психол. наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2006. 20 с.
15. *Аллахвердов В.М.* Сознание как парадокс. СПб.: Изд-во «ДНК», 2000. 528 с.
16. *MacLeod C., Rutherford E.M.* Anxiety and the selective processing of emotional information: Mediating roles of awareness, trait and state variables, and personal relevance of stimulus materials // *Behav. Res. Ther.* 1992. V. 30, N 5. P. 479–491.

I.A. Belyakova, Yu.N. Ponomarev, A.N. Baykov, O.Yu. Nikiforova, K.Yu. Osipov. **Effect of pulsed infrared illumination on human perception time of optical information.**

The influence of subthreshold infrared pulse illumination on discrimination reaction time was investigated when recognizing geometric shapes on the screen.