

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПАРНЫХ СВЕТОВЫХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ ВОЗБУЖДЕНИЯ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

В.В. Роженцов*, М.М. Полевщиков, Р.Ю. Матвеев

*ГОУ ВПО «Марийский государственный технический университет», Йошкар-Ола
VRozhentsov@mail.ru

ГОУ ВПО «Марийский государственный университет», Йошкар-Ола
mmpol@yandex.ru

Описан способ оценки времени возбуждения нервной системы, основанный на методе парных световых импульсов. Проведен анализ результатов исследований по определению оптимальной длительности импульсов.

Ключевые слова: время возбуждения, парные световые импульсы, длительность импульсов.

DETERMINATION OF THE OPTIMUM DURATION OF PAIR LIGHT IMPULSES FOR EVALUATION OF TIME EXCITATION OF THE NERVOUS SYSTEM

V.V. Rozhentsov*, M.M. Polevschikov, R.Y. Matveev

* Mari State Technical University, Yoshkar-Ola, VRozhentsov@mail.ru

Mari State University, Yoshkar-Ola, mmpol@yandex.ru

A method for estimating the time of excitation of the nervous system, based on the method of paired-pulse lasers. The analysis of the results of investigations to determine the optimum pulse duration.

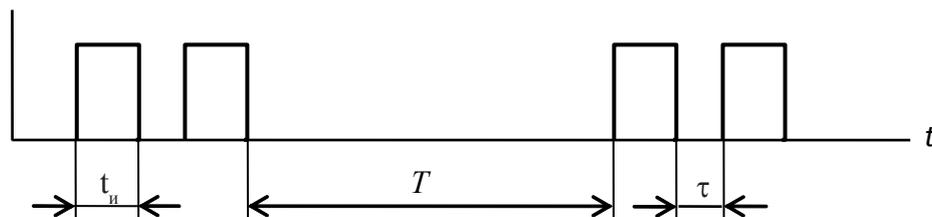
Key words: excitation time, paired light pulses, pulse duration.

Введение

Согласно концепции И.П. Павлова, нервные системы различаются по параметрам основных нервных процессов мозга — возбуждения и торможения, характеризующих деятельность коры больших полушарий. Эти параметры понимаются как врожденные свойства, определяющие конституциональный вид нервной деятельности, ее генотип [1, 2]. Однако по современным представлениям торможение возникает

вследствие перераспределения различных уровней возбуждения или в итоге встречи двух возбуждений, то есть торможение не рассматривается как самостоятельный процесс [3].

Для оценки времени возбуждения, характеризующего скорость возбудительных процессов, предложено предъявлять испытуемому последовательность парных световых импульсов длительностью t_n , разделенных межимпульсным интервалом (МИИ) дли-



Временная диаграмма последовательности парных световых импульсов.
Примечание: Обозначения величин в тексте.

тельностью τ , повторяющихся через интервал времени T [4], как показано на рис. 1.

Далее МИИ уменьшается до порогового значения, при котором два импульса в паре сливаются в один. Пороговое значение МИИ принимается равным времени возбуждения.

Экспериментально установлена зависимость времени возбуждения от длительности световых импульсов. Имитационное моделирование показало, что при увеличении длительности световых импульсов более 180 мс время возбуждения не зависит от длительности световых импульсов [5], однако оптимальная длительность световых импульсов не определена.

Цель исследования

Определение оптимальной длительности парных световых импульсов.

Материал и методы исследования

В экспериментах участвовали 10 предварительно обученных практически здоровых испытуемых 18–23 лет с нормальным или скорректированным зрением. Исследование зависимости времени возбуждения от длительности парных световых импульсов выполнялось при длительности световых импульсов 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 и 500 мс. Для обеспечения комфортности зрительного восприятия при измерениях

интервал повторения пар световых импульсов подбирался индивидуально для каждого испытуемого в пределах от 0,75 до 1,5 с, начальная длительность МИИ принята равной 40 мс.

Испытуемые выполнили, в соответствии с рекомендациями [6] серии по 13 измерений времени возбуждения при каждой длительности световых импульсов, 3 начальных результата из анализа и обработки исключались. Измерения выполнялись бинокулярно в помещении, оборудованном в соответствии с требованиями СНиП 23–05–95 [7], в первой половине дня с 9 до 12 часов с перерывами от 25 до 30 минут на отдых между сериями измерений. Формирование парных световых импульсов, изменение длительности МИИ выполнялось с использованием ПЭВМ *Pentium III*. Источником световых импульсов служил светодиод желтого цвета диаметром 5 мм с силой света 3 мкд, размещаемый в районе ближней точки ясного видения.

На первом этапе каждого измерения длительность начального МИИ уменьшалась дискретно с шагом 0,5 мс до тех пор, пока испытуемый не определял, что световые импульсы в паре слились в один. Затем длительность МИИ увеличивалась на 0,5 мс. На втором этапе длительность МИИ уменьшалась дискретно

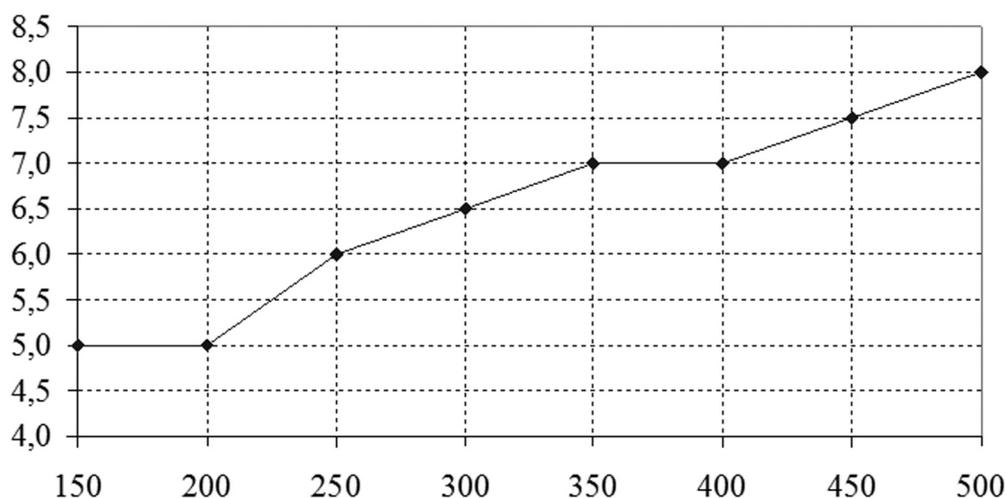


Рис. 2. Зависимость значений медианы распределения числа измерений времени возбуждения по группе испытуемых в период адаптации от длительности импульсов. По горизонтальной оси — длительность импульсов, по вертикальной — значение медианы.

но с шагом 0,1 мс до тех пор, пока испытуемый не определял пороговую длительность МИИ.

При статистической обработке индивидуальных результатов измерений и оценке их погрешностей в соответствии с ГОСТ Р 50779.21–2004 вычислялись [8]:

— среднеарифметическое значение результатов измерений \bar{x} ;

— среднеквадратичное отклонение (СКО) результатов измерений.

Для оценки групповых результатов измерений в соответствии с ГОСТ Р ИСО 16269–7–2004 [9] вычислялась точечная оценка медианы распределения результатов измерений M . Статистическая обработка результатов измерений выполнялась с использованием пакетов *STATISTICA 6.0* и *Microsoft Excel 2000XP*.

Определение оптимальной длительности парных световых импульсов выполнялось по критериям:

— минимальное время адаптации при измерении времени возбуждения при разных длительностях импульсов;

— минимальное значение медианы распределения групповых среднеарифметических значений результатов измерений времени возбуждения при разных длительностях импульсов;

— минимальное значение медианы распределения групповых среднеквадратических отклонений значений результатов измерений времени возбуждения при разных длительностях импульсов;

— наиболее комфортная длительность парных световых импульсов для их зрительного восприятия.

Результаты исследования и их обсуждение

При восприятии парных световых импульсов наблюдается нестационарный процесс, обусловленный наличием адаптации

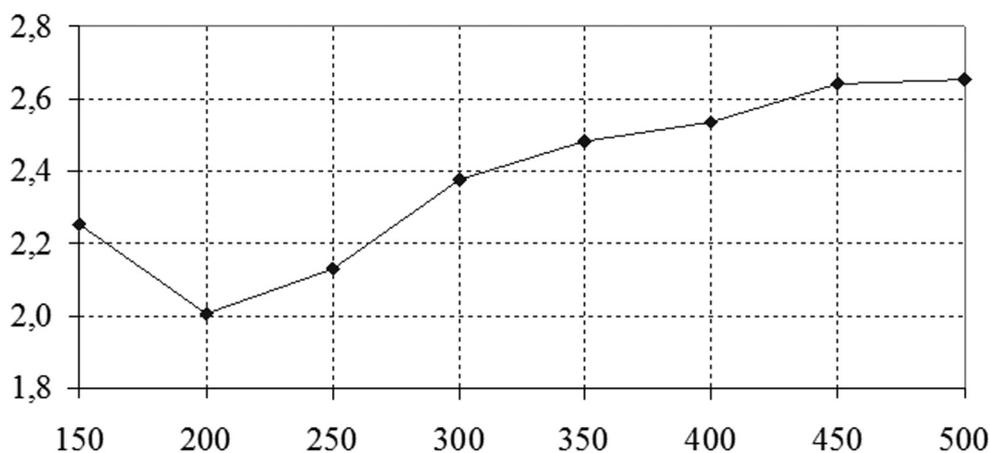


Рис. 3. Зависимость значений медианы распределения среднеарифметических значений результатов измерений времени возбуждения по группе испытуемых от длительности импульсов. По горизонтальной оси — длительность импульсов, по вертикальной — значение медианы

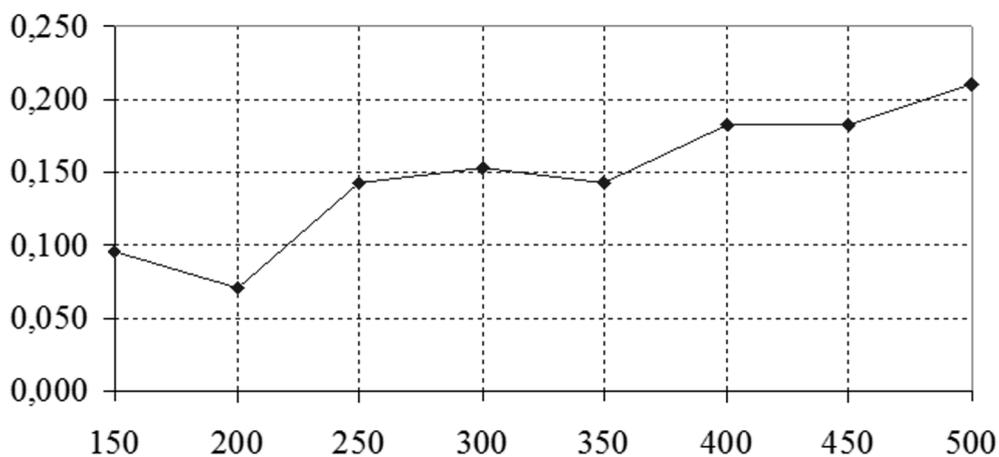


Рис. 4. Зависимость значений медианы распределения среднеквадратических отклонений значений результатов измерений времени возбуждения по группе испытуемых от длительности импульсов. По горизонтальной оси — длительность импульсов, по вертикальной — значение медианы

[3, 10], после которого происходит стабилизация измеряемых значений времени возбуждения. Зависимость значений медианы распределения числа измерений времени возбуждения M по группе испытуемых в пе-

риод адаптации от длительности импульсов $t_{\text{и}}$ представлена на рис. 2.

Из анализа результатов статистической обработки данных измерений зависимости времени возбуждения от длительно-

сти парных световых импульсов следует, что оптимальной длительностью парных световых импульсов по критерию минимального времени адаптации является длительность, равная 150 и 200 мс.

Зависимость значений медианы распределения среднеарифметических значений результатов измерений времени возбуждения по группе испытуемых от длительности импульсов $t_{и}$ представлена на рис. 3.

Зависимость значений медианы распределения среднеквадратических отклонений значений результатов измерений времени возбуждения по группе испытуемых от длительности импульсов $t_{и}$ представлена на рис. 4.

Из анализа результатов статистической обработки данных измерений зависимости времени возбуждения от длительности

парных световых импульсов по группе испытуемых следует, что оптимальной длительностью парных световых импульсов по критериям минимального значения медианы распределения среднеарифметических значений и среднеквадратических отклонений значений результатов измерений времени возбуждения при разных длительностях импульсов является длительность, равная 200 мс.

В ходе исследования зависимости времени возбуждения от длительности световых импульсов установлено, что комфортность зрительного восприятия парных световых импульсов зависит от длительности импульсов. Число испытуемых в группе и наиболее комфортная для них длительности импульсов приведены в таблице.

Значения комфортных длительностей световых импульсов, мс

Длительность световых импульсов	150	200	250	300	350	400	450	500
Число испытуемых	2	6	2	-	-	-	-	-

Из анализа результатов определения комфортной длительности импульсов следует, что оптимальной длительностью парных световых импульсов по критерию комфортности их зрительного восприятия является длительность, равная 200 мс.

Заключение

При оценке времени возбуждения, характеризующего скорость возбуждательных процессов, оптимальной длительностью парных световых импульсов по критериям минимального времени адаптации,

минимального значения медианы распределения среднеарифметических значений и среднеквадратических отклонений значений времени возбуждения и комфортности зрительного восприятия является длительность, равная 200 мс.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проект № 2.2.3.3/2048).

Список литературы

1. Высшая нервная деятельность // Большая советская энциклопедия. — 2-е изд. — Т. 9 / гл.

- ред. Б.А. Введенский. — М.: Гос. научн. изд-во «Большая советская энциклопедия», 1951. — С. 504–507.
2. Типы нервной системы // Большая советская энциклопедия. — 2-е изд. — Т. 42 / гл. ред. Б.А. Введенский. — М.: Гос. научн. изд-во «Большая советская энциклопедия», 1956. — С. 455–456.
3. Методы и портативная аппаратура для исследования индивидуально-психологических различий человека / Н.М. Пейсахов, А.П. Кашин, Г.Г. Баранов, Р.Г. Вагапов; под ред. В.М. Шадрина. — Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1976. — 238 с.
4. Роженцов В.В., Алиев М.Т. Способ определения времени возбуждения зрительного анализатора человека // Патент России № 2231293, 2004. Бюл. № 18.
5. Роженцов В.В. Методы и средства контроля функционального состояния человека на основе временных характеристик зрительного анализатора: Автореф. дис. докт. техн. наук. — Казань, 2007. — 32 с.
6. Шайтор Э.П. Описание стандартной методики измерения критической частоты слияния мельканий // Физиология человека. — 1975. — Т. 1, № 3. — С. 570–572.
7. СНиП 23–05–95. Естественное и искусственное освещение. Строительные нормы и правила Российской Федерации. — М.: Изд-во стандартов, 1995. — 30 с.
8. ГОСТ Р 50779.21–2004. Правила определения и методы расчета статистических характеристик по выборочным данным. — Ч. 1: Нормальное распределение. — М.: Изд-во стандартов, 2004. — 43 с.
9. ГОСТ Р ИСО 16269–7–2004. Статистическое представление данных. Медиана. Определение точечной оценки и доверительных интервалов. — М.: Изд-во стандартов, 2004. — 11 с.
10. Приборы и комплексы для психофизиологических исследований. Исследования, разработка, применение / под ред. В.А. Викторова, Е.В. Матвеева. — М.: ЗАО «ВНИИМП–ВИТА», 2002. — 228 с.