

Раздел II. Акустические методы и приборы в медико-биологической практике

УДК 629.7.05

Ю.Г. Бондарос, А.И. Иванов, В.В. Лапа, Е.В. Радченко, А.А. Тищенко

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОПЕРАТОРА ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ РЕЧИ: ПРОСТАЯ ЗРИТЕЛЬНО-РЕЧЕВАЯ РЕАКЦИЯ¹

Выполнение оператором сложного или длительного задания изменяет его состояние и влияет на качество её исполнения. Следовательно, необходим контроль функционального состояния оператора до и во время выполнения задания, особенно если его деятельность критична по безопасности. В работе описаны результаты экспериментального исследования показателя простой зрительно-речевой реакции (ПЗРР) как информационного признака функционального состояния оператора.

Оператор; утомление; речь.

Yu.G. Bondaros, A.I. Ivanov, V.V. Lapa, E.V. Radchenko, A.A. Tishchenko

THE DETERMINATION OF OPERATOR FUNCTIONAL CONDITION FROM VOICE CHARACTERISTICS: SIMPLE VISUAL-SPEECH REACTION

The fulfilment by the operator of a composite or long-lived task changes his condition and influences quality fulfilment of it. Therefore, the control of the operator functional condition is necessary up to and in task execution time, especially if his activity is critical on safety. The results of experimental research of simple visual-speech reaction (SVSR) are described in this work as functional condition feature.

Operator; fatigue; speech.

С появлением речевых интерфейсов меняются функциональные обязанности оператора и соответственно должна измениться задача распознавания функционального состояния оператора. Традиционно функциональное состояние оператора анализируется по результатам полипараметрического психофизиологического тестирования, в число параметров которого включается тест простой зрительно-моторной реакции (ПЗМР) и сложной зрительно-моторной реакции (СЗМР) [1-2]. Речевой интерфейс, как правило, является альтернативным средством управления системой. Оператор системы с речевым интерфейсом должен удовлетворять, в дополнение к традиционным нормам по ПЗМР и СЗМР, также нормам по простой зрительно-речевой реакции (ПЗРР) и сложной зрительно-речевой реакции (СЗРР). В данной работе рассмотрены результаты анализа показателей простой зрительно-речевой реакции (ПЗРР), полученных в ходе двухсуточного исследования функционального состояния оператора в режиме непрерывной деятельности (РНД).

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ. Грант РФФИ 09-08-00724-а, 09-08-00763-а

Ниже описаны результаты анализа ПЗРР, полученные в 2-х экспериментах. Каждый эксперимент проводился в 3 сессии ($i = 0, 1, 2$). Данные 0-й сессии – получены в начале эксперимента. Данные 1-й и 2-й сессий – получены соответственно в конце первых и вторых суток РНД.

В процессе проведения экспериментов создана база речевых данных ФГУ ГосНИИИ ВМ МО РФ “Спирит” [3]. В качестве дикторов в эксперименте участвовали профессиональные испытуемые – 8 мужчин в возрасте от 25 до 57 лет. База аудиоданных содержит аудиозаписи для 3-х сессий для каждого диктора с квантованием по амплитуде 16 бит и по частоте 22050 Гц, выполненные в

2-х режимах:

– асинхронного диктования, когда диктор читает текст, выбирая сам темп диктования;

– синхронного диктования, когда диктор читает текст с экрана компьютера и следует темпу, предложенному компьютером.

В качестве текстового материала использованы фразы и команды из приложений Д099 и Д100 ГОСТ Р 50840-95, содержащих по 50 фраз. Запись аудиоданных и последующие расчёты выполнялись на стандартном переносном компьютере VAIO VGN-SZ7RXN/C с гарнитурой ГСША-32Э-USB

В качестве данных ПЗРР оценивались показатели:

- Отношение $T_{\Sigma i} / T_{\Sigma 0}$ суммарной длительности произнесения теста в режиме асинхронного диктования в i -й сессии $T_{\Sigma i}$ к суммарной длительности произнесения теста в 0-й сессии $T_{\Sigma 0}$.
- Среднее значение M_i и среднеквадратическое отклонение (СКО) σ_i длительности интервалов времени от момента предъявления стимула (текста на экране монитора компьютера) до конечного момента произнесения фразы при синхронном диктовании в i -й сессии.
- Среднее значение $M_{i/0}$ и СКО $\sigma_{i/0}$ отношения интервалов времени от момента предъявления стимула (текста на экране монитора компьютера) до конечного момента произнесения фразы в режиме синхронного диктования одинаковых фраз теста в i -й сессии к длительности этих интервалов в 0-ой сессии при синхронном диктовании.

Данные суммарной длительности $T_{\Sigma i}$ произнесения теста в режиме асинхронного диктования в 0-й, 1-й и 2-й сессиях первого и второго экспериментов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные суммарной длительности $T_{\Sigma i}$ произнесения теста в режиме асинхронного диктования в i -й сессии для двух экспериментов

Эксперимент 1, Д100 ГОСТ Р 50840-95					
Параметр	$T_{\Sigma 0}$	$T_{\Sigma 1}$	$T_{\Sigma 2}$	$T_{\Sigma 1} / T_{\Sigma 0}$	$T_{\Sigma 2} / T_{\Sigma 0}$
Мин.	100,867	105,883	115,914	0,93215	0,9469
Макс.	151,394	158,824	164,583	1,39895	1,5308
Средн.	121,022	131,309	136,882	1,0914	1,1387
Эксперимент 2, Д099 ГОСТ Р 50840-95					
Мин.	118,329	127,431	122,973	1,0294	1,012

Окончание табл. 1

Параметр	$T_{\Sigma 0}$	$T_{\Sigma 1}$	$T_{\Sigma 2}$	$T_{\Sigma 1} / T_{\Sigma 0}$	$T_{\Sigma 2} / T_{\Sigma 0}$
Макс.	156,41	183,902	199	1,5541	1,272
Средн.	133,097	149,351	149,361	1,1271	1,117
Эксперимент 2, Д100 ГОСТ Р 50840-95					
Мин.	111,084	109,598	116,286	0,934	1,036
Макс.	156,41	185,945	182	1,321	1,163
Средн.	128,128	138,337	141,103	1,079	1,099

Как видно из табл. 1, среднее значение параметра $T_{\Sigma i}$ монотонно возрастает, а среднее значение отношения $T_{\Sigma i} / T_{\Sigma 0}$ превосходит единицу и в 1-й и во 2-й сессиях.

В табл. 2 и 3 приведены данные средних значений M_i и $M_{i/0}$, а также СКО σ_i и $\sigma_{i/0}$ длительности интервалов времени от момента предъявления стимула (текста на экране монитора компьютера) до конечного момента произнесения фразы при синхронном диктовании в i -й сессии.

Таблица 2

Данные среднего значения M_i и СКО σ_i длительности интервалов времени от момента предъявления стимула до конечного момента произнесения фразы в режиме синхронного диктования фраз в i -й сессии для двух экспериментов

Параметр	M_0	M_1	M_2	σ_0	σ_1	σ_2
Эксперимент 1, Д100 ГОСТ Р 50840-95						
Мин.	1834	1943	1878	214	260	225
Макс.	2748	2868	3056	387	342	407
Средн.	2165,5	2230,37	2283,12	310,87	312,37	322,62
Эксперимент 2, Д100 ГОСТ Р 50840-95						
Мин.	1890	1956	2101	235	267	276
Макс.	2646	2593	2731	444	343	442
Средн.	2192,75	2224,25	2291,75	328	302,87	335,12

Таблица 3

Данные среднего значения $M_{i/0}$ и СКО $\sigma_{i/0}$ отношения длительности интервалов времени от момента предъявления стимула до конечного момента произнесения фразы в режиме синхронного диктования одинаковых фраз теста в i -й сессии к длительности этих интервалов в 0-й сессии для восьми дикторов

Параметр	$M_{1/0}$	$M_{2/0}$	$\sigma_{1/0}$	$\sigma_{2/0}$
Эксперимент 1, Д100 ГОСТ Р 50840-95				
Мин.	0,963	0,964	0,077	0,106
Макс.	1,114	1,244	0,178	0,162
Средн.	1,04	1,061	0,125	0,134
Эксперимент 2, Д100 ГОСТ Р 50840-95				
Мин.	0,911	0,977	0,063	0,063
Макс.	1,199	1,140	0,918	0,187
Средн.	1,024	1,056	0,115	0,133

Как видно из табл. 2 и 3, средние значения параметров возрастают с ростом номера сессии, или временем РНД.

Таблица 4

Корреляционная матрица параметров ПЗРР в первой сессии по данным первого и второго экспериментов

Сутки 1	$T_{\Sigma 1} / T_{\Sigma 0}$	M_1	σ_1	$M_{1/0}$	$\sigma_{1/0}$
$T_{\Sigma 1} / T_{\Sigma 0}$	1,000	0,250	0,300	0,147	0,260
M_1	0,250	1,000	0,280	0,410	-0,0087
σ_1	0,300	0,280	1,000	0,530	0,557
$M_{1/0}$	0,147	0,410	0,530	1,000	0,320
$\sigma_{1/0}$	0,260	-0,0087	0,557	0,320	1,000

Таблица 5

Корреляционная матрица параметров ПЗРР во второй сессии по данным первого и второго экспериментов

Сутки 2	$T_{\Sigma 2} / T_{\Sigma 0}$	M_2	σ_2	$M_{2/0}$	$\sigma_{2/0}$
$T_{\Sigma 2} / T_{\Sigma 0}$	1,000	0,378	0,367	0,214	0,245
M_2	0,378	1,000	0,785	0,580	-0,0003
σ_2	0,367	0,785	1,000	0,341	0,396
$M_{2/0}$	0,214	0,580	0,341	1,000	0,040
$\sigma_{2/0}$	0,245	-0,0003	0,396	0,040	1,000

Корреляционные матрицы анализируемых параметров ПЗРР в первой и второй сессиях по данным первого и второго экспериментов приведены в табл. 4 и 5. Численные значения элементов этих матриц позволяют сделать вывод о слабой коррелированности рассматриваемых параметров.

Заключение:

В процессе двухсуточной непрерывной деятельности оператора происходит закономерное изменение параметров его ПЗРР, которые могут быть связаны с развитием утомления. Для оценки функционального состояния оператора системы с речевым интерфейсом при полипараметрическом психофизиологическом тестировании оператора целесообразно включать в вектор параметров состояния данные ПЗРР.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Практикум по дифференциальной психодиагностике профессиональной пригодности. Учебн. пособие / Под ред. В.А. Бодрова. – М.: ПЕР СЭ, 2003. – 768 с.
2. Ушаков И.Б., Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кузюшкин Ю.А. Методологические подходы к диагностике и оптимизации функционального состояния специалистов операторского профиля. – М.: Медицина, 2004. – 136 с.
3. Бондарос Ю.Г., Иванов А.И., Тищенко А.А., Тяжеев К.В. База речевых данных «Спирит». ФГУ ГосНИИИ ВМ, Москва, 2009 // *Хроники отраслевого фонда электронных ресурсов науки и образования*. № 4 (сентябрь) 2009. Рег. ОФЭРН.ИО N 00215 от 11.09.09

Бондарос Юлия Григорьевна

ФГУП Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем.

E-mail: bondaros@gosniias.ru.

125319, г. Москва, ул. Викторенко, 7, тел.: (495)6376256.

С.н.с., д.т.н.

Bondaros Yulia Grygoryevna

FGUP GosNIIAS.

E-mail: bondaros@gsniias.ru.

7, Victorenco str., Moscow, 125319, Russia, Phone: (495)6376256.

Senior researcher, Doct. Eng. Sc.

Иванов Александр Иванович

ФГУ Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Министерства обороны РФ.

E-mail: osback@yandex.ru.

127083, г. Москва, Петровско-Разумовская аллея, д. 12 а, тел.: (495)6128312.

С.н.с., д.м.н.

Ivanov Alexandr Ivanovich

FGU GosNIIIVM MO RF.

E-mail: osback@yandex.ru.

12 a, Petrovsko-Razumovskaya alley, Moscow, 127083, Russia, Phone: (495)6128312.

Senior researcher, Doct. Med. Sc.

Лапа Виталий Васильевич

ФГУ Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Министерства обороны РФ.

E-mail: tishal@yandex.ru.

127083, г. Москва, Петровско-Разумовская аллея, д. 12 а, тел.: (495)1551313.

Профессор, д.м.н.

Lapa Vitaly Vasilievich

FGU GosNIIIVM MO RF.

E-mail: osback@yandex.ru.

12 a, Petrovsko-Razumovskaya alley, Moscow, 127083, Russia, Phone: (495)1551313.

Professor, Doct. Med. Sc.

Радченко Евгения Владимировна

ФГУ Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Министерства обороны РФ.

E-mail: tishal@yandex.ru.

127083, г. Москва, Петровско-Разумовская аллея, д. 12 а, тел.: (495)1551300.

Radchenko Evgeniya Vladimirovna

FGU GosNIIIVM MO RF.

E-mail: osback@yandex.ru.

12 a, Petrovsko-Razumovskaya alley, Moscow, 127083, Russia, Phone: (495)1551300.

Тищенко Александр Алексеевич

ФГУ Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины Министерства обороны РФ.

E-mail: tishal@yandex.ru.

127083, г. Москва, Петровско-Разумовская аллея, д. 12 а, тел.: (495)1551202.

Доцент, к.м.н.

Tischenko Alexandr Alexseevich

FGU GosNIIIVM MO RF.

E-mail: tishal@yandex.ru.

12 a, Petrovsko-Razumovskaya alley, Moscow, 127083, Russia, Phone: (495)1551202.

Assistant professor, Cand. Med. Sc.

УДК 615.84:534.7

Я.З. Гринберг

**ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ СКЭНАР-ТЕРАПИИ.
АППЛИКАЦИОННАЯ ЗВУКОТЕРАПИЯ**

В работе проведен анализ физических факторов действующих при СКЭНАР-терапии. Особое внимание уделено высокочастотной вибрации кожи под действием электрических импульсов. Показано, что СКЭНАР-терапия представляет собой новый класс электромузыкального воздействия.

Электрические импульсы; спектральный состав; вибрация; музыкотерапия.

J.Z. Grinberg

**PHYSICAL INFLUENCING FACTORS IN SCENAR-THERAPY.
APPLICATION SOUND THERAPY**

This paper analyses physical influencing factors in SCENAR-therapy. Special attention is given to high-frequency skin vibrations caused by electric pulse stimulation. The paper represents SCENAR-therapy as a new class of electric and musical treatment.

Electric pulse; spectrum; vibration; sound therapy.

Структурная схема аппаратов СКЭНАР включает в себя: генератор электрических импульсов, блок управления, выходной каскад, нагруженный на высокодобротный, чаще автотрансформаторный контур, пассивный и активный электроды. Структурная схема позволяет реализовать возможности эффективного электроимпульсного воздействия, основанные на использовании соответствующей формы сигнала, изменении амплитудно-частотных параметров импульса и ряде других оригинальных решений [1, 2]. И всё же эта структурная схема близка к существующим аналогам. В качестве физического фактора воздействия в таких аппаратах рассматривают только электрический ток.

Наш анализ показывает, что на терапевтический эффект СКЭНАРа могут влиять несколько факторов. При этом некоторые из них позволяют по новому взглянуть на известные методы лечения.

Цель настоящей работы – анализ физических факторов воздействия и представление СКЭНАР-терапии как нового класса электромузыкального воздействия, с существенно выраженной вибротактильной (аппликационной) составляющей.

Электрические импульсы. Основной воздействующий фактор. Импульсы представляют собой затухающую синусоиду с частотой примерно 70 кГц. При установке электрода аппарата на кожу частота затухающих колебаний всегда уменьшается (импульс расширяется), число колебаний сигнала сокращается по сравнению с сигналом до установки электрода аппарата на кожу. В то же время в процессе терапии (после установки электрода аппарата на кожу) импульсы продолжают расширяться, а число колебаний как уменьшается (чаще), так и увеличи-