

УДК 612.825.8:613.685

## КОМП'ЮТЕРНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОГО СТРЕСУ ОПЕРАТОРІВ

**В.В. Кальниш<sup>1</sup>, А.В. Швець<sup>2</sup>, Я.В. Кудієвський<sup>1</sup>**

*ДУ «Інститут медицини праці АМН України»<sup>1</sup>, м. Київ*

*Науково-дослідний інститут проблем військової медицини ЗС України<sup>2</sup>, м. Ірпінь*

Розкриті питання, пов'язані з побудовою комп'ютерної моделі формування інформаційного стресу та прогнозування надійності діяльності операторів, що перебувають в різних функціональних станах, за просторовими частотно-амплітудними характеристиками електроенцефалограми. Розроблено розв'язувальні правила за показниками різних компонентів фонові сумарної активності ЕЕГ для прогнозування ступеня надійності операторської діяльності осіб, що знаходяться в стресових умовах.

**Ключові слова:** комп'ютерна модель, надійність операторської діяльності, психофізіологічний стан, електроенцефалографічні показники.

## КОМП'ЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОГО СТРЕССА ОПЕРАТОРОВ

**В.В. Кальниш<sup>1</sup>, А.В. Швець<sup>2</sup>, Я.В. Кудиевский<sup>1</sup>**

*ГУ «Институт медицины труда АМН Украины»<sup>1</sup>, г. Киев*

*Научно-исследовательский институт проблем военной медицины ВС Украины<sup>2</sup>, г. Ирпень*

Раскрыты вопросы, связанные с построением компьютерной модели формирования информационного стресса и прогнозированием надежности деятельности операторов, которые находятся в разных функциональных состояниях, по пространственным частотно-амплитудным характеристикам электроэнцефалограммы. Разработаны решающие правила по показателям разных компонентов фоновой суммарной активности ЭЭГ для прогнозирования степени надежности операторской деятельности лиц, которые находятся в стрессовых условиях.

**Ключевые слова:** компьютерная модель, надежность операторской деятельности, психофизиологическое состояние, электроэнцефалографические показатели.

## COMPUTER MODEL OF OPERATORS' INFORMATION STRESS FORMATION

**V.V. Kalnysh<sup>1</sup>, A.V. Shvets<sup>2</sup>, Ya.V. Kudievskiy<sup>1</sup>**

*Se "Institute of Medical of Work of AMS of Ukraine"<sup>1</sup>, Kyiv*

The questions associated with creation of information stress computer model formation and forecasting of operators' activity reliability in different functional statuses, by the spatial frequency-peak characteristics of EEG have been discussed. The decisive rules of different components of background total activity of EEG for forecasting a degree of operators' activity reliability of the individuals which are in stressful conditions have been developed.

**Key words:** computer model, operators' activity reliability, psychophysiological status, electroencephalographic parameters.

**Вступ.** Сучасне зростання енергетичного, матеріально-економічного, інформаційного потенціалу виробничих комплексів і систем, застосування нових енерго-, матеріало- і наукомістких технологій, а також інші об'єктивні причини, пов'язані з науково-технічним прогресом, вимагають нового, більш повного бачення щодо оцінки надійності праці, а також пере-

оцінки старих і вироблення нових психофізіологічних критеріїв її аналізу.

Серед факторів, що забезпечують якісну працю, все більшого значення набуває "людський фактор", оскільки для успішного виконання роботи сучасний рівень виробництва вимагає від працюючої людини підвищеної уваги, оперативного мислення й ряду

інших психофізіологічних якостей, при погіршенні рівня яких знижується надійність роботи, а рівень виробничого травматизму зростає на 40-50%. [1]. Таким чином, надійність діяльності набуває першорядного значення, оскільки неякісне виконання виробничих завдань може призвести до тяжких економічних, екологічних і соціальних наслідків [2, 3]. Внесок дій людини в забезпечення надійної роботи об'єкта є особливо суттєвим у режимах з відхиленням від його нормального функціонування, що, насамперед, спостерігається у аварійних ситуаціях [4].

Постійний стрес, якого зазнають особи операторського профілю, підвищена відповідальність за прийняті рішення, дефіцит інформації та часу є передумовою появи значніших вимог до їх професійних якостей. Однією з причин індивідуальних варіацій надійності діяльності людини в умовах емоційного напруження є її різна стійкість до розвитку стресу [5], що пов'язується з неоднаковою організацією нейрофізіологічних процесів, які віддзеркалюються у електричній активності головного мозку. Відомо, що на перебіг та результативність діяльності, а також на просторові часотно-амплітудні характеристики електроенцефалограми (ЕЕГ) можуть впливати як окремі психофізіологічні якості (наприклад, обсяг та стійкість уваги, пам'яті, особливості вегетативної регуляції тощо), так і їх поєднання [6, 7, 8, 9, 10]. Дослідженню ЕЕГ-показників нервово-емоційного напруження присвячена ціла низка робіт, в яких для моделювання стресогенних умов використовується екзаменаційна ситуація. Однак питання про їх зв'язок з надійністю діяльності людини, що перебуває у різних функціональних станах, ще залишається маловивченим і тому визначення значимості певних параметрів ЕЕГ в цих умовах є важливим.

У зв'язку з цим потрібне впровадження нових, більш досконалих методичних підходів, які охоплюють оцінку психофізіологічних якостей людини при дії надмірних для організму інформаційних навантажень. Зараз існує багато підходів до конструювання процедур і організації тестування. Найчастіше залежно від виявленого переліку професійно важливих якостей визначається ряд психофізіологічних процедур і на цій основі конструюються певні тестові операції, які для досліджуваних осіб є неоднаковим навантаженням, оскільки виразність професійно важливих якостей у кожній з них може бути істотно різною. В таких умовах "фізіологічна ціна" виконання роботи для будь-кого з досліджуваних буде різною, що веде до труднощів у порівнянні отриманих даних в результаті роботи і виявлення закономірностей формування високої якості професійної діяльності.

Викладене переконує в актуальності проведення подальших досліджень з удосконалення прийомів моделювання стресових ситуацій, що сприятиме уточненню особливостей поведінки людини, яка знаходиться в різних функціональних станах, в умовах, наближених до граничних рівнів інформаційного навантаження, на основі визначення надійності виконання нею завдань різної складності.

*Метою роботи* є розробка і випробування комп'ютерної моделі забезпечення стресогенного впливу для оцінки надійності операторської діяльності осіб, які знаходяться в різних функціональних станах.

**Основна частина.** Визначення психофізіологічних характеристик операторів потребує упорядкування процедури тестування. При пред'явленні тестів потрібно врахувати ту особливість, що змістова частина різних за складністю завдань не повинна істотно змінюватися. Крім того, потрібно максимально зменшити моторну складову вирішення завдань, оскільки при проведенні цієї роботи має значення рівень підготовки з маніпулювання клавіатурою. Як показав досвід, найкраще використовувати дві клавіші, на які користувач попередньо встановлює пальці. У такому випадку виключається пошук потрібної клавіші. Для стандартизації алгоритмів відповідей на питання різних тестів найкраще використовувати процедуру, у результаті якої людина повинна давати бінарну відповідь: "ТАК" або "НІ", чи "праворуч" або "ліворуч".

Наступною важливою вимогою до тесту є підбір адекватних для даної людини навантажень. У літературі добре висвітлені відомі прийоми підбору адекватних навантажень. Це, наприклад, широко відомий спосіб визначення функціональної рухливості нервових процесів у режимі "зі зворотним зв'язком", що запропонував і багато років успішно застосовує Н.В. Макаренко [11]. Використання зворотного зв'язку дозволяє знайти точку, у якій індивідуальне навантаження для всіх випробуваних буде адекватним й тому ці дані можна порівнювати для різних людей. Тепер, коли знайдено засіб визначення точки "адекватності" інформаційного навантаження, де всі випробувані потрапляють в однакові умови за індивідуальними параметрами інтелектуального навантаження, тобто якщо точка "К" визначена, можна приступити власне до тестування із завданнями різної складності.

В дослідженні було використано широкий спектр тестів, які імітували певні компоненти переробки інформації оператором: одні з тестів були направлені на випробування першої сигнальної системи - реакція на рухомий об'єкт (РРО) та якість динамічного запам'ятовування (ЯДЗ), інші - на випробування другої - кон-

центрація уваги та обсяг короткочасної пам'яті (КУКП). В деяких тестах домінуючим було випробування швидкісних якостей при переробці інформації (РРО), в інших було запроваджено додаткове навантаження на короткочасну пам'ять (ЯДЗ, КУКП).

Для полегшення засвоєння і виконання зазначених методик була використана процедура вироблення альтернативних рішень "ТАК-НІ", коли досліджуваний у відповідь на подразник у будь-якому випадку повинен був натискати одну з двох клавіш. В цьому випадку однакова схема моторних дій при тестуванні, що відрізняються як за темпом пред'явлення завдань, так і їх змістом, дозволяє вважати реакцію випробуваного в основному залежною від компонента, пов'язаного зі сприйняттям і переробкою інформації.

Кожне випробування проводилось у три фази. Перша фаза була навчальною, в кінці якої перевірялась якість засвоєння досліджуваним змісту випробувальної процедури. Сутністю другої фази було пред'явлення завдання в режимі "зворотного зв'язку" (здійснювалась зміна параметрів перероблюваного сигналу залежно від якості попередньої відповіді), а саме: зміни швидкості руху стрілки та експозиції сигналу на 5% відповідно у методиках РРО та ЯДЗ; зміни на одиницю кількості символів (обсягу запам'ятовування) у методиці КУКП. Дана фаза була проведена для встановлення "точки індивідуального адекватного" рівня навантаження (*K*).

Зарахункове тестування (третя фаза), в якій здійснювалось наближення умов експерименту до "критичних" (стресових) рівнів переробки інформації, складалось з низки випробувань з чотирма різними рівнями складності завдань. Причому другий рівень складності завдання відповідав виявленому в другій фазі найкращому результату для кожної із застосованих методик. Зазначені завдання пред'являлися зі складністю: *K-k*, *K*, *K+k*, *K+2k* (де *k* - постійний крок зміни складності завдання: для РРО - зміна швидкості руху стрілки на 1 см/с залежно від точності попадання у 5мм довірчий інтервал; для ЯДЗ - зміна експозиції пред'явлення кольорових сигналів на 0,1 с та для КУКП - зміна на одиницю кількості символів (літер та чисел) у символному ряді, що пред'являвся досліджуваному, залежно від якості його дій). Складність завдань змінювалась випадково з рівною імовірністю щодо точки *K*. Кількість завдань кожної складності була однаковою (ЯДЗ - 50, РРО - 20, КУКП - 20). Ці спеціальні прийоми були реалізовані за допомогою комп'ютерної моделі, побудованої у вигляді спеціальної програми "Peacekeepers' psychophysiology research program" ("P.P.R.P") [12, 14].

Таким чином, для вирішення поставленої задачі розроблено адекватну модель стресогенного впливу, високий рівень якого забезпечувався за допомогою двох прийомів: 1) використання непередбачуваності ситуації, в якій опинявся досліджуваний (окремі елементи тестових завдань подавались з різним рівнем складності, причому послідовність зміни складностей була випадковою - подавалась з однаковою вірогідністю); 2) застосування граничного темпу переробки інформації (темپ пред'явлення завдань був на рівні, трохи нижчому і вищому максимального темпу індивідуальної спроможності вирішення завдань).

У якості показника надійності операторської діяльності при різних рівнях складності тестового завдання було застосовано відсоток зроблених помилок. Дослідження проводились на військовослужбовцях (26 осіб віком 22-25 років, з них 92% чоловіків), які знаходились в стані адекватної мобілізації (в звичайних комфортних умовах) - група I. Для порівняння операторської діяльності цих осіб було використано додаткові стресогенні чинники - ситуації значного підвищення нервово-емоційного напруження людини під час вступу до вищого військового навчального закладу при проведенні професійного добору. Досліджувану вибірку склали 73 особи такої ж вікової групи (з них 58% чоловіки) - група II. Також було досліджено III групу осіб, які знаходились у функціональному стані дизадаптації (38 військовослужбовців з діагностованими преморбідними невротичними розладами).

Енцефалографічні дослідження проводились до та після застосування психофізіологічної тестової процедури. Використано електроенцефалографічний комплекс NeuroCom Standard (ХАІ-Медика, Харків). Запис реєструвався монополярно в 16 стандартних відведеннях (Fp, F, C, T, P, O) від обох півкуль, за міжнародною системою „10-20" (Jasper, 1958), з об'єднаним референтним аурикулярним електродом. Частота дискретизації складала 250 Гц. Здійснювався візуальний і програмний аналіз фонові проби тривалістю одна хвилина запису до тестового навантаження в частотному діапазоні 1-50 Гц. Для кожного відведення вираховувалась середня спектральна потужність із використанням методу швидкого перетворення Фур'є. Аналізувалися значення потужності спектра у стандартних фізіологічних частотних діапазонах: дельта (1-4 Гц), тета (4-8 Гц), альфа (8-13 Гц), бета (13-35 Гц), гама (35-50 Гц). Фрагменти з артефактами оброблялися до повного зникнення останніх за рахунок "сліпого" розділення вогнищ сигналів (BSS, Blind Source Separation) відповідно до технології ICA - Independent Component Analysis, або,

при неможливості обробки, виключалися з подальшого аналізу [14].

Аналіз отриманих результатів проводився методами варіаційної статистики, кластерного та покрокового дискримінантного аналізів за допомогою пакета програм STATISTICA 8.0.

Виходячи з доволі великого діапазону зміни характеристик у пропонованих тестах за допомогою кластер-

ного аналізу (критерій кластеризації - means) в кожній із груп досліджених і в різних серіях тестування (РРО, ЯДП, КУКП) було проведено поділ груп досліджуваних на дві підгрупи (з "кращими" показниками надійності переробки інформації різної складності - А підгрупа та "гіршими" - Б підгрупа досліджуваних). Такий поділ дозволив виявити існування певної різниці у показниках спектрального діапазону ЕЕГ (табл. 1-3).

**Таблиця 1.** Середні показники спектрального діапазону ЕЕГ до тестування ЯДЗ

Ритм ЕЕГ	Середні значення потужності загальних діапазонів спектра (M±m)					
	Група I		Група II		Група III	
	A (n=15)	B (n=11)	A (n=33)	B (n=40)	A (n=19)	B (n=19)
δ	55,40±8,71	67,03±9,54	74,16±5,94	75,79±4,97	49,72±5,48 <sup>~</sup>	44,58±7,57 <sup>~</sup>
θ	62,39±10,56	69,62±9,49	75,20±8,70	84,43±7,60	60,08±9,81	50,93±8,65 <sup>~</sup>
α	203,55±48,17 <sup>‡</sup>	394,03±68,97	390,28±54,55 <sup>*</sup>	431,25±47,88	323,89±47,59	231,08±38,35 <sup>~</sup>
β	96,60±8,85	101,58±10,04	294,41±43,35 <sup>**</sup>	375,30±38,02 <sup>***</sup>	118,81±20,62 <sup>~</sup>	93,96±10,26 <sup>~</sup>
γ	13,84±2,21	11,09±1,60	40,40±5,89 <sup>**</sup>	54,17±5,91 <sup>***</sup>	16,00±2,43 <sup>~</sup>	10,03±1,95 <sup>~</sup>
	Середні значення частоти, що домінує в кожному із ритмів ЕЕГ (M±m, Гц)					
δ	1,48 ± 0,07	1,38± 0,04 <sup>ε</sup>	1,56±0,05	1,49±0,03 <sup>*</sup>	1,53±0,03	1,54±0,04
θ	7,13± 0,18	7,35± 0,12	7,23±0,13	7,36±0,12	7,40±0,12	7,44±0,09
α	9,84 ± 0,23	9,87± 0,10	10,37±0,14	10,30±0,12 <sup>*</sup>	9,69±0,11 <sup>~</sup>	9,88±0,22
β	16,04 ±0,51	15,47±0,71	15,10±0,39	14,93±0,31	15,18±0,43	16,11±0,56
γ	38,69 ± 0,81 <sup>ε</sup>	40,41±1,41	37,92±0,49	37,81±0,49	41,71±1,19 <sup>*</sup>	39,61±1,05

**Примітка**\*, \*\*, \*\*\* - рівні достовірності різниці середніх значень відповідних підгруп I та II групи за критерієм Стьюдента на рівні  $p < 0,05$ ,  $p < 0,01$ ,  $p < 0,001$ ;

<sup>ε</sup>, <sup>ο</sup>, <sup>οο</sup>, <sup>οοο</sup> - рівні достовірності різниці середніх значень відповідних підгруп I та III груп;

<sup>~</sup>, <sup>~</sup>, <sup>~</sup> - рівні достовірності різниці середніх значень відповідних підгруп II та III груп; :

<sup>‡</sup> - достовірність різниці середніх значень у підгрупах А та Б кожної групи.

**Таблиця 2.** Середні показники спектрального діапазону ЕЕГ до тестування РРО

Ритм ЕЕГ	Середні значення потужності загальних діапазонів спектра (M±m)					
	Група I		Група II		Група III	
	A (n=16)	B (n=10)	A (n=41)	B (n=32)	A (n=11)	B (n=27)
δ	69,09±1,61	54,51±5,74	76,03±5,11	74,14±5,63 <sup>*</sup>	52,77±9,72 <sup>~</sup>	45,89±5,30 <sup>~</sup>
θ	81,81±10,11 <sup>‡</sup>	50,92±6,84	79,89±8,09	80,66±7,86 <sup>**</sup>	68,55±12,67	52,00±7,79 <sup>~</sup>
α	405,53±81,71	211,10±68,93	384,64±50,96	465,77±52,20 <sup>**</sup>	326,16±75,94	269,14±33,50 <sup>~</sup>
β	109,50±9,36	89,18±8,76	309,81±38,53 <sup>***</sup>	378,77±42,52 <sup>***</sup>	121,63±35,40 <sup>~</sup>	103,35±10,13 <sup>~</sup>
γ	13,73±1,75	10,92±1,98	42,20±5,40 <sup>***</sup>	54,65±6,39 <sup>***</sup>	11,95±2,51 <sup>~</sup>	13,87±2,14 <sup>~</sup>
	Середні значення частоти, що домінує в кожному із ритмів ЕЕГ (M±m, Гц)					
δ	1,38±0,04 ε	1,46±0,07	1,53±0,04 <sup>*</sup>	1,51±0,03	1,56±0,06	1,53±0,03
θ	7,28±0,16	7,22±0,14	7,14±0,13 <sup>‡</sup>	7,50±0,09	7,47±0,13	7,39±0,10
α	9,68±0,07	10,03±0,21	10,32±0,13 <sup>***</sup>	10,33±0,13	9,42±0,12 <sup>~</sup>	9,92±0,16 <sup>‡</sup>
β	16,05±0,71	15,40±0,56	15,18±0,36	14,76±0,32	16,42±0,69	15,39±0,40
γ	37,77±0,67 <sup>‡</sup>	41,51±1,38	37,69±0,51	37,98±0,44 <sup>*</sup>	40,40±1,63	40,83±0,98 <sup>~</sup>

**Примітка:** позначення, як у табл. 1.

Таблиця 3. Середні показники спектрального діапазону ЕЕГ до тестування КУКП

Ритм ЕЕГ	Середні значення потужності загальних діапазонів спектра (М±m)					
	Група I		Група II		Група III	
	A (n=21)	B (n=5)	A (n=28)	B (n=45)	A (n=29)	B (n=9)
δ	60,47±5,27 ε	67,10±27,90	64,70±5,49 <sup>‡</sup>	81,74±4,83	42,92±4,79 <sup>~</sup>	60,42±10,49
θ	65,33±7,14	70,52±22,10	67,45±5,97 <sup>‡</sup>	88,27±8,19	55,55±8,33	56,39±8,56 <sup>~</sup>
α	317,94±66,52	269,82±86,06	336,55±56,44	475,21±46,55	290,91±39,45	247,51±45,15 <sup>~</sup>
β	101,84±8,01	89,34±8,92	373,63±47,27 <sup>***</sup>	321,06±36,06 <sup>***</sup>	113,95±15,31 <sup>***</sup>	86,46±11,77 <sup>***</sup>
γ	11,83±1,41	14,31±3,81	53,82±6,93 <sup>***</sup>	44,17±5,21 <sup>***</sup>	13,81±1,94 <sup>***</sup>	11,29±3,09 <sup>***</sup>
	Середні значення частоти, що домінує в кожному із ритмів ЕЕГ (М±m, Гц)					
δ	1,46±0,04	1,29±0,09 ε	1,53±0,05	1,52±0,03 <sup>*</sup>	1,53±0,03	1,55±0,07
θ	7,25±0,12	7,23±0,19	7,30±0,15	7,31±0,11	7,41±0,10	7,46±0,11
α	9,85±0,13	9,89±0,26	10,47±0,16 <sup>*</sup>	10,24±0,11	9,92±0,13 <sup>~</sup>	9,35±0,23 <sup>~</sup>
β	15,99±0,50	14,66±0,91	14,60±0,31 <sup>*</sup>	15,23±0,34	15,52±0,39	15,92±0,81
γ	39,18±0,80	41,49±3,02	37,72±0,56	37,89±0,44	41,39±0,99 <sup>~</sup>	38,73±1,06

Примітка: позначення, як у табл. 1.

Виявлено що, особи I групи, які характеризувались "низьким" рівнем надійності діяльності (підгрупа I Б) мали суттєво вищий індекс потужності альфа-діапазону при тестуванні ЯДЗ і, навпаки, нижчий індекс тета-діапазону при тестуванні РРО, крім того, середнє значення показника частоти гама-діапазону було нижчим при тестуванні КУКП.

У осіб, що мали "низький" рівень надійності діяльності та перебували у стресових умовах (підгрупа II Б), середнє значення частоти у тета-діапазоні при тестуванні РРО було достовірно вищим. Індокси потужності дельта- і тета-діапазонів при тестуванні КУКП також мали вищі значення, порівняно з особами II А підгрупи. Вища потужність у тета-діапазоні II групи осіб у порівнянні з іншими підтверджує наявність нервово-емоційного напруження. Що стосується осіб з "низьким" рівнем надійності діяльності, які перебували у функціональному стані дизадаптації (підгрупа III Б), то при тестуванні РРО середнє значення частоти альфа-діапазону у них було достовірно вищим, а при тестуванні КУКП, навпаки, нижчим.

При дослідженні рівнів середніх показників спектрального діапазону ЕЕГ у відповідних підгрупах між окремими групами встановлено наявність суттєво вищих рівнів індоксів потужності усього спектра частот у осіб II групи, порівняно з I та III, причому переважна відмінність спостерігається у Б підгрупах з "нижчими" рівнями надійності діяльності. Для А підгруп таке явище є суттєвим у бета- та гама-діапазонах.

Середні показники спектрального діапазону ЕЕГ між підгрупами I та III груп суттєво відрізнялись за

своїми рівнями лише у дельта-діапазоні. Так, в звичайних умовах підгрупа I Б мала суттєво нижчі рівні домінуючої частоти у цьому діапазоні при тестуванні ЯДЗ та КУКП (табл. 1, 3), а група I А при тестуванні РРО (табл. 2). Суттєво нижчі рівні індоксів потужності дельта-діапазону в підгрупах III групи осіб, порівняно з підгрупами I групи, виявлено при тестуванні РРО, в інших випадках ця тенденція зберігається також. Таким чином, низька потужність середньої частоти, разом з загальним зростанням амплітуди дельта-діапазону свідчить про більш значні процеси розвитку втомі у III групи осіб.

Середнє значення домінуючої частоти альфа-ритму є вищим у підгрупах II групи осіб, в окремих випадках ця різниця є суттєвою (II А у порівнянні з I А та III А, а також II Б та III Б при тестуванні КУКП; II А у порівнянні з I А та III А при тестуванні РРО; I Б та II Б, II А та III А при тестуванні ЯДЗ). Достовірно нижчі рівні потужності альфа-діапазону в III Б групі можуть свідчити про значні активуючі впливи тонічних структур мозку, в тому числі й виражений симпатичний вплив вегетативної нервової системи. Це може свідчити про більш виражені прояви центральної втомі у осіб, що мали невротичні розлади, та про раннє виникнення явищ гіпоксемії в ЦНС. Таким чином, структура ЕЕГ у III Б групи осіб з невротичними розладами та "низьким" рівнем надійності діяльності завдяки надмірному впливу стимулюючих впливів активуючих центрів головного мозку характеризується суттєво нижчим рівнем функціональної регуляції головного мозку та

вищим рівнем гальмівних процесів в ЦНС при тестуванні ЯДЗ та КУКП.

За допомогою покрокового дискримінантного аналізу побудовані рівняння, за допомогою яких можна прогнозувати надійність "мнестичного" (1) та "темпорального" (2) компонентів операторської діяльності осіб, які знаходяться в стресовому функціональному стані та в стані дизадаптації ( $p < 0,05$ ).

$$\begin{aligned} S_{\text{рро1}} &= -218,6 + 24,87x\theta_f + 6,86x\gamma_f; \\ S_{\text{рро2}} &= -229,9 + 25,78x\theta_f + 6,97x\gamma_f. \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} S_{\text{кукп1}} &= -2,19 + 0,001x\alpha_p + 0,038x\gamma_p; \\ S_{\text{кукп2}} &= -1,84 + 0,004x\alpha_p + 0,016x\gamma_p, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $\theta_f$  - середнє значення домінуючої частоти тета-спектра;  $\gamma_f$  - середнє значення домінуючої частоти гама-спектра;  $\alpha_p$  - середнє значення індексу потужності частоти тета-спектра;  $\gamma_p$  - середнє значення індексу потужності частоти гама-спектра;  $\alpha_f$  - середнє значення домінуючої частоти альфа-спектра;  $\beta_f$  - середнє значення домінуючої частоти бета-спектра перед застосуванням моделі інформаційного стресу.

При  $S_{\text{рро1}} \geq S_{\text{рро2}}$  прогнозується "висока" надійність операторської діяльності в умовах стресу, що харак-

теризується переважно "темпоральним" компонентом, в іншому випадку прогноз є негативним (точність прогнозу 77%).

При  $S_{\text{кукп1}} \geq S_{\text{кукп2}}$  прогнозується "висока" надійність операторської діяльності в умовах стресу, що характеризується переважно "мнестичним" компонентом, в іншому випадку прогноз є негативним (точність прогнозу 72%).

**Висновки.** 1. Виявлено можливість і розроблено підходи до комп'ютерного моделювання інформаційного стресу.

2. Встановлено, що структура електричної активності головного мозку у осіб з невротичними розладами та "низьким" рівнем надійності діяльності, що характеризується залученням мнестичних функцій, завдяки надмірному впливу стимулюючих подразників відповідних мозкових структур відзначається суттєво нижчим рівнем функціональної регуляції та вищим рівнем гальмівних процесів в ЦНС.

Розроблені розв'язувальні правила за показниками різних компонентів фонові сумарної активності ЕЕГ, достатні для прогнозування ступеня надійності операторської діяльності у осіб, що знаходились в стресових умовах, з вірогідністю 72-77%.

## Література

1. Матюхин В.В. Значение профессионального отбора в обеспечении безопасности труда / Матюхин В.В., Юшкова О.И., Порошенко А. С. // Безопасность жизнедеятельности. - 2006. - № 2. - С. 34-38.
2. Maltz M, Shinar D. New alternative methods of analyzing human behavior in cued target acquisition. // Hum Factors. - 2003. - V 45, № 2. - P. 281-295.
3. Samsonovich A.V, Nadel L. Fundamental principles and mechanisms of the conscious self. // Cortex. - 2005- V41, № 5. - P. 669-689.
4. Бабинов В.М. Роль человеческого фактора в обеспечении безопасности АЭС / Бабинов В.М., Панасенко И. М. // Атомная техника за рубежом. - 1989. - № 12. - С. 3-10.
5. Судаков К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу / Судаков К.В. - М., 1998. - 263 с.
6. Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография / Зенков Л.Р. - Таганрог: Изд-во Таганрогского Гос. радио-технич. ун-та, 1996. - 357 с.
7. Василевский Н.Н. Психфизиологические основы индивидуально-типологических особенностей человека / Василевский Н.Н., Сороко С. И., Зингерман А.М. // Механизмы деятельности мозга человека. - Л.: Наука, 1988. - Ч. 1. - 455 с.
8. Стрелец В.Б. Физиологические показатели предъэкзационального стресса / Стрелец В.Б., Самко Н.Н., Голикова Ж.В. // Журн. высш. нервн. деятельности. -1998. -Т. 48. -

Вып. 3. - С. 458-466.

9. Стрелец В.Б. Психфизиологические механизмы стресса у лиц с разной выраженностью активации / Стрелец В.Б., Голикова Ж.В. // Журн. высш. нервн. деятельности. - 2001. -Т. 51. - Вып. 2. - С. 166-175.

10. Свидерская Н.Е. Пространственная организация ЭЭГ и индивидуальные психологические характеристики / Свидерская Н.Е., Королькова Т.А. // Журн. высш. нервн. деятельности. - 1996. - Т. 46, № 4. - С. 689-675.

11. Макаренко Н.В. Теоретические основы и методики профессионального психофизиологического отбора военных специалистов / Макаренко Н. В. - Киев: НИИ ПВМ УВМА, 1996. - 336 с.

12. Швець А.В. Комп'ютерна програма «Peasekeepers' psychophysiology research program P.P.R.P» / Швець А.В., Кальниш В.В., Шевчук О. В. // Свідомство про реєстрацію авторського права на твір. №24720. - 12.06.2008.

13. Кальниш В. В. Удосконалення методології визначення психофізіологічних характеристик операторів / Кальниш В.В., Швець А.В. // Український журнал з проблем медицини праці. - 2008. - Т. 16, №4. - С.49-54.

Жирмунская Е.А. Биоэлектрическая активность здорового и больного мозга человека / Жирмунская Е. А. - Руководство по физиологии. Клиническая физиология. - Ленинград: Наука, 1972. - 313 с.