УДК 612.8 : (656.7.052.4:621.396.967-57) : 001.5

ОЦІНКА НЕРВОВО-ЕМОЦІЙНОГО НАПРУЖЕННЯ В ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИХ ПРАЦІВНИКІВ РАДІОТЕХНІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КЕРУВАННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ

Кудієвський Я. В.

ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», м. Київ

В інженерно-технічних працівників радіотехнічного забезпечення керування повітряним рухом проведені електрофізіологічні та психофізіологічні дослідження функціонального стану центральної нервової системи (ЦНС) в динаміці робочої зміни. Виявлено, що для даного контингенту працівників характерна наявність значного нервово-емоційного напруження, результатом чого є поступове наростання явищ втоми протягом робочої зміни, про що свідчить збільшення активності правої півкулі головного мозку в дельта та тета-діапазонах спектра ЕЕГ одночасно зі зниженням короткочасної пам'яті на образи, самопочуття, активності та настрою, а також зменшенням кількості та сили кореляційних зв'язків між цими показниками.

Ключові слова: функціональний стан, нервово-емоційне напруження, комп'ютерна електроенцефалографія, інженерно-технічні працівники радіотехнічного забезпечення керування повітряним рухом

Вступ

У сучасних умовах виробничої діяльності постійне підвищення рівня нервово-емоційного напруження створює значні вимоги до розумової працездатності та рівня здоров'я осіб операторської праці. Звичайно, розумова праця супроводжується суттєвими функціональними змінами з боку нервової, серцево-судинної та інших систем організму. Особливо ці зміни проявляються при підвищеному нервово-емоційному напруженні [1, 2].

Тривала хронічна дія стресорних чинників при відсутності профілактичних заходів призводить до виснаження функціональних резервів, яке, у свою чергу, супроводжується виникненням стану нервового перенапруження, перевтоми, зламу пристосувальних механізмів з розвитком невротичних та преморбідних станів, а згодом і виникнення системних патологічних процесів [3–5].

Виходячи з умовного рівня ранговості проходження метаболічних змін при впливі на організм різноманітних факторів, саме ЦНС з її рецепторно-аналізаторними ланками займає головуюче місце в ієрархічній структурі функціональних систем, виконуючи обов'язки умовного ланцюга між організмом та зовнішнім середовищем, та забезпечуючи аналітичну обробку сенсорної інформації, що надійшла до головного мозку.

Для дослідження електрофізіологічних процесів безпосередньо в корі головного мозку широко застосовується реєстрація біоелектричної активності за допомогою комп'ютерної електроенцефалографії, що відображає не тільки процеси, які відбуваються в самих великих півкулях та глибинних структурах, але й результат їх складних взаємодій, які постійно змінюються.

Мета роботи – вивчення об'єктивних показників нервово-емоційного напруження інженерно-технічного персоналу радіолокації, радіонавігації та зв'язку на початку та в кінці робочої зміни.

Матеріали та методи дослідження

У дослідженні брали участь 29 інженерно-технічних працівників радіотехнічного забезпечення керування повітряним рухом аеропортів Києва (Бориспіль), Львова та Сімферополя (26 чоловіків, 3 жінки) у віці 23–61 рік з 12-годинною тривалістю робочих змін.

У всіх інженерів-електронників реєстрували комп'ютерну електроенцефалограму (КЕЕГ) у стані пасивного неспання: сидячи, із закритими очима. Використовувався електроенцефалографічний комплекс та система програмного аналізу енцефалограм NeuroCom Standard (фірма «ХАІ-медика», Харків). Запис реєструвався монополярно в 16 стандартних відведеннях (Fp, F, C, T, P, O) симетрично від обох півкуль, за міжнародною системою «10–20» (за Jasper H. A.), з об'єднаним референтним аурикулярним електродом [6]. Частота дискретизації складала 250 Гц. Здійснювали візуальний і

програмний аналіз фонової проби тривалістю одна хвилина запису до і після робочої зміни в частотному діапазоні 1–50 Гц. Для кожного відведення вираховували середню спектральну потужність із використанням методу швидкого перетворення Фур'є. Аналізували значення потужності спектра в стандартних фізіологічних частотних діапазонах: дельта (1–4 Гц), тета (4–8 Гц), альфа (8–13 Гц), бета (13–35 Гц), гамма (35–50 Гц). Фрагменти з артефактами обробляли до повного зникнення останніх за рахунок «сліпого» розділення вогнищ сигналів (BSS, Blind Source Separation) відповідно до технології ICA – Independent Component Analysis [7], або, при неможливості обробки, виключали з подальшого аналізу.

Серед методів психофізіологічного тестування в дослідженні застосовували наступні: метод оцінки самопочуття, активності та настрою (САН), шкала особистої тривожності по Ч. Спілбергеру – Ю. Ханіну, а також деякі об'єктивні методики: коректурна проба по Ландольту (показники: загальна кількість переробленої інформації (ЗКПІ); швидкість переробки інформації (ШПІ); коефіцієнт точності (КТ)), табличний тест «червоно-чорна таблиця» по Шульте-Платонову, методики вивчення короткочасної пам'яті на образи та на числа [8, 9].

Статистичний аналіз даних здійснювали за допомогою методів варіаційної статистики з використанням пакета програм Microsoft Excel-2002 і «STATISTICA» 7,0 та розрахунком середніх значень показників, їх стандартного відхилення. Достовірність різниць оцінювали за t-критерієм Ст'юдента.

Результати досліджень та їх обговорення

На початку робочої зміни біоелектрична активність головного мозку характеризувалася домінуванням альфа-активності (індекс складав 44,84 ± 2,95 %) із середньою амплітудою 16,6 ± 7,04 мкВ. Найвираженішою в цьому діапазоні була частота в смузі від 9,92 до 10,18 Гц.

Частка бета-активності в загальному частотному спектрі складала 27,77 ± 1,78 % із середньою амплітудою 10,7 ± 3,53 мкВ. Найвиразнішим бета-ритм спостерігався в частотній смузі від 15,75 до 16,61 Гц.

Гамма-активність у загальному частотному спектрі була менш вираженою, і складала 10,81 ± 1,53 % з середньою амплітудою 6,06 ± 2,18 мкВ. Найвираженішою в цьому діапазоні була частота в смузі від 38,71 до 40,07 Гц.

Значно менший вклад у спектральний частотний діапазон ЕЕГ на початку робочої зміни вносили повільні ритми: дельта та тета-активність. Так, тета-активність становила 10,04 ± 0,97 % від загального спектра частот, середня амплітуда становила 6,71 ± 2,78 мкВ. У цьому діапазоні домінувала частота від 7,38 до 7,52 Гц.

Найменшою в спектральному діапазоні була питома частка дельта-активності, яка складала 6,54 ± 0,9 % із середньою амплітудою 4,96 ± 2,03 мкВ. Частота даної активності домінувала в смузі від 1,53 до 1,71 Гц (рис. 1).

У кінці робочої зміни також відмічалось домінування альфа-активності з індексом 44,59 ± 2,92 % та середньою амплітудою 16,73 ± 7,56 мкВ і домінуючою частотною смугою від 10,01 Гц до 10,27 Гц.

Бета-активність у загальному спектрі частот становила 26,99 ± 1,81 %, середня амплітуда – 10,28 ± 3,25 мкВ, діапазон від 15,59 до 16,49 Гц був домінуючим.

Разом із тим дещо збільшилася частка повільнохвильової активності в загальному спектрі частот, причому у відсотковому відношенні тета-активність (потужністю 10,8 ± 0,85 % із середньою амплітудою 6,92 ± 2,64 мкВ та максимумом у частотній смузі від 7,24 до 7,46 Гц) перевищила гамма-активність (потужність останньої становила 10,22 ± 1,28 % загального спектра з середньою амплітудою 5,62 ± 1,76 мкВ та максимумом в частотній смузі від 40,07 до 41,59 Гц).

Також дещо зросла дельта-активність, котра складала 7,39 ± 0,84 % від загального спектра із середньою амплітудою 5,12 ± 1,94 мкВ та максимумом у частотній смузі від 1,51 до 1,65 Гц (рис. 2).

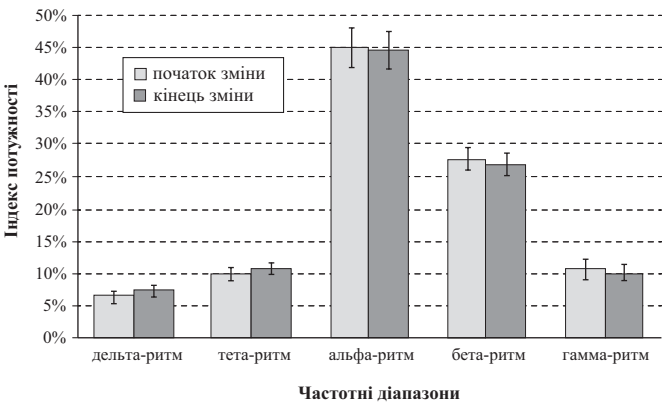


Рис. 1. *Середні значення індексів потужності загальних діапазонів спектра в групі інженерів-електронників.*

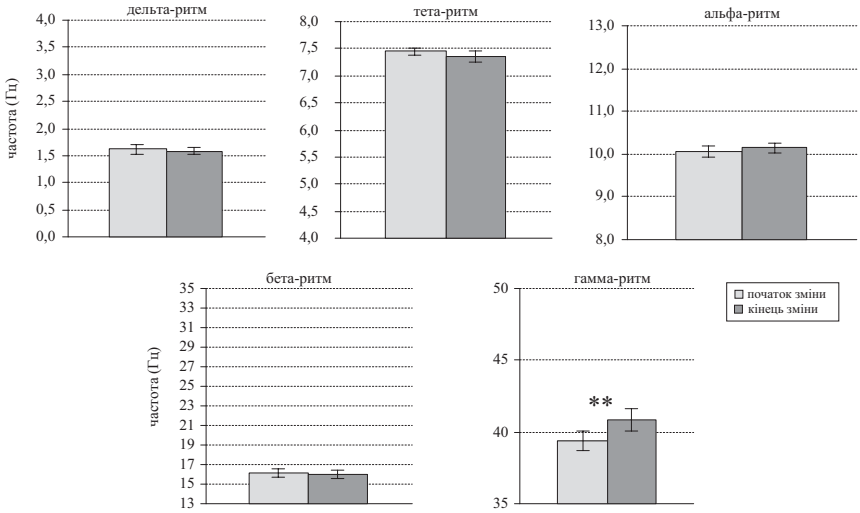


Рис. 2. *Зміни частоти, що домінує в кожному із ритмів ЕЕГ у групі інженерів-електронників.*

*Примітка. ** Достовірність відмінностей становить p < 0,01.*

Проте достовірних відмінностей зсуву спектральних параметрів загальних діапазонів ритмів ЕЕГ наприкінці зміни не спостерігалось. Незначні коливання потужності спектрального діапазону характеризувалися недостовірним збільшенням у смузі низьких частот (дельта й тета-ритми зростали на 0,9 % й 0,8 % відповідно), та зменшенням потужності високочастотних діапазонів (бета і гамма-активності на 0,8 % та 0,6 % відповідно); рівень альфа-ритму майже не змінився (табл. 1).

При дослідженні середніх значень частот, що домінували в кожному з ритмів спектра ЕЕГ протягом робочої зміни (див. табл. 1), було виявлено наприкінці зміни достовірне збільшення лише гамма-частоти на 1,44 Гц ($p < 0,01$). Щодо зсуву середніх значень частот в інших діапазонах спектра, то статистично значимих змін не відзначалося, частота, що домінувала в кожному з ритмів не змінювалась більше за 0,1 Гц.

Також мала місце тенденція до зниження середньої частоти в тета-діапазоні на 0,28 Гц. Інші частоти спектра мали тенденцію до підвищення – гамма на 1,57 Гц, бета на 0,56 Гц та альфа на 0,04 Гц. (див. рис. 2).

Оскільки дані, які були отримані при аналізі загального спектра основних частотних діапазонів, не дають повної картини розуміння поширеності процесів активації/гальмування в окремих зонах кори головного мозку, зареєстровані електрофізіологічні показники були розглянуті із залученням топографічного картування локальної потужності біоелектричних потенціалів частотних діапазонів спектра ЕЕГ – BEAM (brain electrical activity mapping).

Відповідно до отриманих результатів були складені карти усередненої локальної потужності в п'яти основних частотних діапазонах (рис. 3).

Аналіз карт локальної потужності показав, що наприкінці робочої зміни достовірні зміни відбувалося в дельта та тета-діапазонах.

У дельта-діапазоні зміни потужності характеризувалися її збільшенням у центральній ($C_4 > C_3$ на 2,25 %) та тім'яній ($P_4 > P_3$ на 1,73 %) зонах з акцентом вправо.

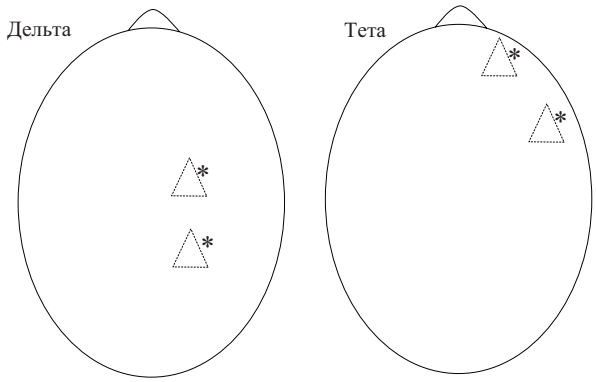
Тета-діапазон наприкінці робочої зміни характеризувався дещо іншою топографічною розповсюдженістю змін потужності. Зважаючи на аналогічну дельта-діапазону правосторонність, достовірні зміни (дещо менш виразні за різницею) відзначалися в передніх відділах: в передньолобній ($Fp_2 > Fp_1$

Таблиця 1

Середні значення індексів потужності загальних діапазонів спектра та частоти, що домінувала в кожному з ритмів ЕЕГ до та після робочої зміни (M ± m)

Ритм	Початок зміни		Кінець зміни	
	Потужність спектра, %	Значення частоти, яка домінувала, Гц	Потужність спектра, %	Значення частоти, яка домінувала, Гц
Дельта	6,54 ± 0,90	1,62 ± 0,09	7,39 ± 0,84	1,58 ± 0,07
Тета	10,04 ± 0,97	7,45 ± 0,07	10,80 ± 0,85	7,35 ± 0,11
Альфа	44,84 ± 2,95	10,05 ± 0,13	44,59 ± 2,92	10,14 ± 0,13
Бета	27,77 ± 1,78	16,18 ± 0,43	26,99 ± 1,81	16,04 ± 0,45
Гамма	10,81 ± 1,53	39,39 ± 0,68	10,22 ± 1,28	40,83 ± 0,76**

*Примітка. ** Достовірність відмінностей становить p < 0,01.*



Умовні позначення усередненої локальної потужності основних частотних діапазонів наприкінці зміни:
*– зменшення чи наростання потужності на 2–2,9 %; Достовірність. *p < 0,05.*

Рис. 3. *Достовірні відмінності локальної потужності ЕЕГ у загальних частотних діапазонах групи інженерів-електронників.*

на 1,49 %) та передньоскроневій (F_8 > F_7 на 0,33 %) зонах (табл. 2).

З метою визначення коливань психофізіологічних показників у процесі робочої зміни інженера-електронника була застосована методика САН та ряд об'єктивних методик на початку та в кінці зміни (табл. 3).

Результати порівняння показників тесту САН (рис. 4) свідчать про погіршення суб'єктивного відчуття загального функціонального стану у вигляді достовірного зниження показників самопочуття (на 7,83 бала), активності (на 7,44 бала) та настрою (на 4,56 бала). Причому наприкінці зміни спостерігається явище протифазності психологічних ритмів, тобто превалювання настрою над самопочуттям (на 3 бали).

Решта отриманих психофізіологічних показників були недостовірними, окрім короткочасної пам'яті на образи (кількість вірно вказаних фігур у кінці зміни була меншою майже на одну фігуру (рис. 5) у порівнянні з початком зміни, p < 0,05).

Серед недостовірних показників тільки один із коефіцієнтів коректурної методики Ландольта – ЗКПІ (який оцінює концентрацію й стійкість уваги та швидкість переробки зорової інформації) мав тенденцію до збільшення (p = 0,057) наприкінці зміни (табл. 3).

Під час застосування кореляційного аналізу до даної вибірки, виявилось, що кількість достовірних

Таблиця 2

Динаміка змін локальної потужності основних частотних діапазонів між електродами протилежних півкуль

Діапазон	Точки розташування електродних відведень							
	Fp_1	Fp_2	F_7	F_8	C_3	C_4	P_3	P_4
Дельта	–	–	–	–	$_п$7,30 % $_к$7,34 % p=0,983	$_п$5,74 % $_к$8,03% p=**0,033**	$_п$5,71 % $_к$6,88 % p=0,386	$_п$5,46 % $_к$8,37 % p=**0,048**
Тета	$_п$11,32 % $_к$12,43 % p=0,304	$_п$11,27 % $_к$13,86 % p=**0,035**	$_п$10,63 % $_к$12,44 % p=0,105	$_п$10,92 % $_к$13,05 % p=**0,028**	–	–	–	–

Примітка. $_п$ – потужність діапазону на початку зміни; $_к$ – потужність діапазону наприкінці зміни.

Таблиця 3

Середні значення психофізіологічних показників у процесі робочої зміни (M ± m)

Показник		Початок зміни	Кінець зміни
Тест САН	самопочуття	53,78 ± 1,87	45,94 ± 1,77****
	активність	52,33 ± 2,08	44,89 ± 1,81****
	настрій	53,50 ± 1,89	48,94 ± 1,98***
Короткочасна пам'ять	на образи	2,17 ± 0,29	1,39 ± 0,18*
	на числа	4,61 ± 0,47	3,94 ± 0,56
Коректурна методика Ландольта	ЗКПІ	129,94 ± 4,70	139,78 ± 5,13
	ШПІ	1,29 ± 0,07	1,36 ± 0,07
	КТ	0,88 ± 0,02	0,91 ± 0,02
Особиста тривожність		46,06 ± 2,68	47,61 ± 2,50
Увага по Шульте-Платонову		137,89 ± 11,50	147,22 ± 9,63

*Примітка. * достовірність відмінностей становить p < 0,05; *** достовірність відмінностей становить p < 0,0005; **** достовірність відмінностей становить p < 0,0001.*

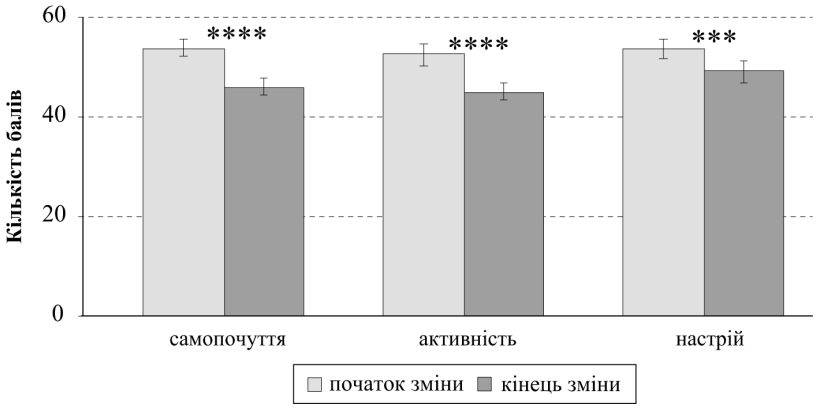


Рис. 4. *Значення САН на початку та наприкінці робочої зміни інженерів-електронників.*

*Примітка. *** Достовірність відмінностей становить p < 0,0005; **** Достовірність відмінностей становить p < 0,0001.*

зв'язків між психофізіологічними показниками на початку зміни була більшою, ніж у кінці зміни (табл. 4).

Крім того, кінець зміни характеризувався меншою силою зв'язків (окрім кореляцій між активністю та настроєм ($r_{кін}$ 0,728 > $r_{почат}$ 0,669) та незначно між самопочуттям та настроєм ($r_{кін}$ 0,745 > $r_{почат}$ 0,741)) та виникненням незначного, але достовірного зв'язку між короткочасною пам'яттю на числа та коефіцієнтом точності (r = 0,474).

При проведенні кореляційного аналізу між психофізіологічними показниками початку та кінця зміни виявилось, що показники ЗКПІ, КТ та показник уваги на початку зміни достовірно корелював із КПч наприкінці зміни, причому ЗКПІ та КТ мали прямий зв'язок (r = 0,502 та r = 0,522 відповідно), а показник уваги — від'ємний (r = – 0,552).

Аналіз отриманих результатів показав, що застосування стандартних методів аналізу потужності спектра ЕЕГ не дозволяє виявити ознак значної втоми в інженерів-електронників після закінчення робочої зміни. А збільшення середнього значення частоти в гамма-діапазоні навіть вказує на деяке збільшення зосередженої уваги.

Проте із залученням до аналізу топографічного картування локальної потужності біоелектричних потенціалів (BEAM) відкривається картина локальних явищ гіпоксії та порушення метаболізму з поступовим розвитком втоми, на що вказують зміни в дельта та тета-діапазонах [10, 11]. Причому, зміни відбуваються в правій півкулі, відповідальній за сумацію, співставлення і синтез інформації, яка надходить до ЦНС [12, 13]. Права півкуля відповідальна за реалізацію конкретно-образного мислення та емоційної діяльності, тобто дає «емоційну» оцінку сигналу, тоді як ліва півкуля дає когнітивну оцінку лише після надходження інформації із правої півкулі [14].

Нервово-емоційне напруження, що супроводжує трудову діяльність осіб розумової праці, тісно пов'язане з інтенсивністю емоційного впливу. Зміни, які виявляються в інженерів-електронників, вказують на наявність значного емоційного стресу, що підтверджується змінами в тета-діапазоні, який за П. К. Анохіним є корелятом від'ємних емоцій [2], та який спостерігається в лобній долі, «відповідальній» за емоції вищого порядку, характерні для інтелектуальної діяльності [5].

Зниження функціонального стану ЦНС підтверджуються зниженням короткочасної пам'яті на образи, показників САН, а також зменшенням кількості кореляційних зв'язків між психофізіологічними показниками, та меншою силою зв'язків між ними наприкінці робочої зміни.

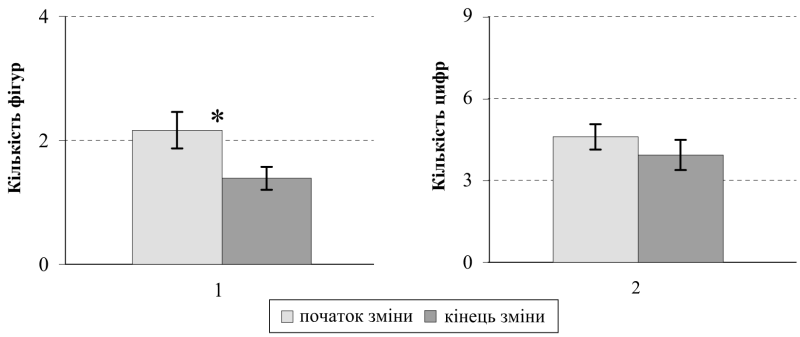


Рис. 5. *Значення показника короткочасної пам'яті на образи (1) та на числа (2) на початку та наприкінці робочої зміни інженерів-електронників.*

*Примітка. * Достовірність відмінностей становить p < 0,05.*

Таблиця 4

Достовірні кореляційні зв'язки між психофізіологічними показниками на початку та наприкінці зміни

	С	А	ЗКПІ	ШПІ	КТ
А	$_{п}$0,818 $_{к}$0,799	–			
Н	$_{п}$0,741 $_{к}$0,745	$_{п}$0,669 $_{к}$0,728			
ШПІ			$_{п}$0,608	–	
КТ			$_{п}$0,981 $_{к}$0,943	$_{п}$0,568	–
Увага			$_{п}$– 0,499	$_{п}$– 0,577	
КПч					$_{к}$0,474

Примітка. $_{п}$ – кореляційний показник на початку зміни; $_{к}$ – кореляційний показник наприкінці зміни.

Висновки

1. Наприкінці робочої зміни в інженерів-електронників спостерігається повільне зниження функціонального стану ЦНС з наростанням втоми, про що свідчить збільшення локальної потужності дельта-діапазону ЕЕГ та зниження деяких психофізіологічних показників (короткочасної пам'яті на образи, самопочуття, активності та настрою), а також зменшення кількості та сили кореляційних зв'язків між ними.
2. Коливання біоелектричної активності головного мозку в інженерів у вигляді змін у правій півкулі, а також їхня лобна локалізація в тета-діапазоні, вказують на наявність значного емоційного напруження, викликаного виробничою діяльністю.
3. Застосування топографічного картування локальної потужності біоелектричних потенціалів спектра ЕЕГ BEAM (brain electrical activity mapping) надає більшу діагностичну цінність у підході до оцінки функціонального стану ЦНС за відсутності достовірних змін у загальному спектрі частот.

Література

1. Навакатикян А. О. Возрастная работоспособность лиц умственного труда / А. О. Навакатикян, В. В. Крыжановская.– К. : Здоров'я, 1979.– 208 с.
2. Анохин П. К. Эмоции. Психология эмоций. Тексты / П. К. Анохин.– М. : МГУ, 1984.– 173 с.
3. Судаков К. В. Стресс: постулаты, анализ с позиций общей теории функциональных систем / К. В. Судаков // Патологическая физиология и экспериментальная терапия.– 1992.– № 4.– С. 86–93.
4. Баевский Р. М. Математический анализ сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И Кириллов, С. З. Клецкин.– М. : Наука, 1984.– 221 с.
5. Киколов А. И. Умственный труд и эмоции / А. И. Киколов.– М. : Медицина, 1978.– 366 с.
6. FCN standards for digital recording of clinical EEG / M. R. Nuwer, G. Comi, R. Emerson [at al.] // Electroencephalography and clinical Neurophysiology.– 1998.– № 3.– V. 106.– P. 259–261.
7. Comon P. Independent Component Analysis, a new concept? / P. Comon // Signal Processing.– 1994.– V. 36, № 3.– P. 287–314.
8. Психологические тесты [в 2 т.] / [под. ред. А. А. Карелина].– М. : Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2003.– 248 с.
9. Райгородский Д. Я. Практическая психодиагностика / Д. Я. Райгородский.– Самара, 1999.– 390 с.
10. Жирмунская Е. А. Клиническая электроэнцефалография / Е. А. Жирмунская.– М.: МЭЙБИ.– 1991.– 80 с.
11. Колесов С. А. Физиологические особенности приспособления к монотонной работе в режиме ожидания в зависимости от личностных свойств операторов: автореф. дисс. на соискание научн. степени канд. биол. наук: спец. 03.00.13 «Физиология человека и животных» / С. А. Колесов.– Нижний Новгород. 1993.– 24 с.
12. Балонов Л. Я. О роли доминантного и недоминантного полушарий в регуляции эмоциональных состояний и эмоциональной экспрессии / Л. Я. Балонов, В. Л. Деглин, Н. Н. Николаенко // Функциональная асимметрия и адаптация человека.– М.: Московский НИИ психиатрии МЗ РСФСР.– 1976.– Т. 78.– С. 166.
13. Чуприков А. П. Латеральная терапия. Руководство для врачей / А. П. Чуприков, А. Н. Линев, И. А. Марценковский.– К. : Здоров'я.– 1994.– 174 с.
14. Деглин В. Л. О роли доминантного полушария в регуляции эмоционального состояния человека / В. Л., Деглин Н. Н. Николаенко // Физиология человека.– 1975.– № 1.– С. 418–426.

Кудиевский Я. В.

ОЦЕНКА НЕРВНО-ЭМОЦИОНАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ У ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТНИКОВ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ

ГУ «Институт медицины труда НАМН Украины», г. Киев

У инженерно-технических работников радиотехнического обеспечения управления воздушным движением проведены электрофизиологические и психофизиологические исследования функционального состояния центральной нервной системы (ЦНС) в динамике рабочей смены. Обнаружено, что для данного контингента работников характерно наличие значительного нервно-эмоционального напряжения, результатом чего есть постепенное нарастание явлений утомления на протяжении рабочей смены, о чем свидетельствует увеличение активности правого полушария головного мозга в дельта и тета-диапазонах спектра ЭЭГ одновременно со снижением кратковременной памяти на образы, самочувствия, активности и настроения, а также уменьшением количества и силы корреляционных связей между этими показателями.

Ключевые слова: функциональное состояние, нервно-эмоциональное напряжение, компьютерная электроэнцефалография, инженерно-технические работники радиотехнического обеспечения управления воздушным движением

Kudievsky Y. V.

ESTIMATION OF NEURO-EMOTIONAL STRESS IN ENGINEERING AND TECHNICAL WORKERS FOR ELECTRONIC PROVISION OF AIR TRAFFIC CONTROL

SI «Institute for Occupational Health of the NAMS of Ukraine», Kiev

Electrophysiological and psychophysiological investigations have been conducted in engineering and technical workers, engaged in the electronic air traffic control concerning the functional state of the central nervous system (CNS) in the process of the shift. It is found that for a given contingent of workers the presence of the significant neuro-emotional stress with a gradual growth of fatigue at the end of the shift is characteristic, resulting in the increase of the activity of the right hemisphere of the brain in delta and theta ranges with simultaneous decrease of the short-term memory for images, health, activity and mood as well as the decrease of the number and strength of correlations between these indices

Key words: functional state, neuro-emotional stress, computer electroencephalography, engineering and technical workers, electronic provision, air traffic control

Надійшла: 14.11.2011 р.

Контактна особа: Кудієвський Ярослав Валерійович, м. н. с., лабораторія гігієни і фізіології змінної праці, ДУ «Інститут медицини праці НАМН України», вул. Саксаганського, 75, м. Київ, 01033.
Тел.: (44) 289-44-22. E-mail: kudyev@meta.ua