

УДК 004.9:612

DOI: 10.20998/2411-0558.2024.01.14

О. М. ДАЦОК, канд. техн. наук, доц. каф. БМІ ХНУРЕ, Харків,
О. Л. ЛІТОВЧЕНКО, канд. техн. наук, доц. каф. гігієни та екології
№2 ХНМУ, Харків,
Д. Р. ЧИГРИН, асп., каф. СТ ХНУРЕ, Харків,
А. О. КІРЯК, магістр, каф. БМІ ХНУРЕ, Харків.

АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ВИЗНАЧЕННЯ НАЙБІЛЬШ ІНФОРМАТИВНИХ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ ПРОФЕСІЙНОМУ ВИГОРАННІ

Розроблено структуру апаратно-програмного комплексу для визначення психофізіологічних параметрів людини під час психологічного вигорання (для медиків та працівників швидкої медичної допомоги) за результатами опитувальника Маслач (МБІ-GS), що включає в себе спеціалізовану модель для визначення найбільш інформативних ознак, які спричиняють професійне вигорання.

Ключові слова: апаратно-програмний комплекс, спеціалізовану модель, найбільш інформативні ознаки, професійне вигорання.

Постановка проблеми. Дослідження психофізіологічних параметрів можуть бути використані не лише для таких приладів, як поліграф, а ще й для визначення зв'язку між ними та професійним вигоранням.

Професійне вигорання – це стан психофізичного виснаження, який виникає внаслідок перевантаження, стресу та інших причин і виявляється у втраті мотивації, емоційному виснаженні, відчутті безсилля тощо. Професійне призводить до зниження працездатності, відчуття стресу та втоми [1]. За результатами досліджень організації Mental Health America (червень – вересень 2020 року) емоційне і фізичне виснаження було найпоширенішою (82%) відповіддю стосовно змін у самопочутті медичних працівників під час пандемії COVID-19.

Спираючись на фізичні реакції, на кшталт зорово-моторної, аудіо-моторної реакцій, визначення рівня концентрації або частоти серцевих скорочень, можна детальніше розглянути стан опитуваного та, у комбінації з відповідними тестами типу AVEM чи МБІ завчасно попередити розвиток фінальної стадії професійного (та емоційного) вигорання.

Застосування короткого дослідження у поєднанні з тестами також може дати більшу точність визначення вигорання серед працівників

медичної сфери, адже задіяний в роботі тест націлений саме на ці професії. Більша увага на інформативні питання зможе прискорити виявлення синдрому вигорання та подальше відновлення.

Аналіз літератури. У дослідженнях [3] та [4] показано, який руйнівний вплив може мати професійне вигорання для будь-яких професій. Якщо підсумувати, прояви вигорання можуть вплинути як на фізичний стан (безсоння, головний біль, проблеми в шлунково-кишковому тракті, нервові розлади, втрата концентрації), так і на психологічні (депресія, хронічна втома, відроза від роботи, ненависть до пацієнтів, колег або до себе).

В роботі [5] розглянуті психофізіологічні закономірності професійного самоздійснення особистості. У роботі [6] наведено основний принцип роботи швидкості зорово-моторної реакції (ШЗМР) у двох варіаціях: простої та з відліком, критична частота злиття миготіння при зорово-моторному дослідженні, реакції виявлення розбіжностей, реакції вибору (що є лише малою часткою психофізіологічних параметрів). Існуючі апаратні та програмно-апаратні комплекси дозволяють оцінити психофізичний стан оператора на основі електроенцефалографічних даних [7] та за результатами оцінювання швидкості зорово-моторної реакції [8].

Проста зорово-моторна реакція (далі ПЗМР) – один з видів довільної реакції людини на зоровий стимул, який складається з сенсорного (латентного) періоду, що містить сприйняття та ідентифікацію сигналу, та моторного періоду, що містить виконання рухів. Ці етапи проходять послідовно.

На проходженні латентного етапу відбувається збудження рецепторів сітківки ока, сигнал по зоровому аналізатору проходить у центральну нервову систему, яка його обробляє та визначає спосіб реагування. Під час моторного періоду через нервові клітини сигнал відправляється до виконавчого органу, де розвивається збудження. М'язи кінцівки скорочуються, щоб виконати рух, що реєструється приладами. Контроль параметрів руху, наприклад, швидкості та точності відбувається за допомогою пропріорецепторного контролю. У загальному випадку швидкість ПЗМР обумовлена рухово-координаційним потенціалом, психофізіологічним станом опитуваного та анатомічними особливостями аналізатора, та властивостями нервових процесів.

У роботі [9] надається стислий огляд психологічного тесту на професійне вигорання за допомогою моделі логістичної регресії (для визначення найбільш інформативних питань тесту), у пацієнтів зі станом препатології (часткове вигорання).

Мета статті – дослідити зв'язок результатів скороченого тесту МВІ та психологічних параметрів групи зорово-моторна реакція зі станом препатології у опитуваних медичних працівників.

Особливості психофізіологічних реакцій, які супроводжують стан професійного вигорання.

Психофізіологічні параметри, що використовуються для прогнозування та перевірки стану людини в стані емоційного вигорання, отримують за допомогою оцінювальних звітів від самої людини та за допомогою інструментальних медичних досліджень. Медичні прилади забезпечують об'єктивні дані, але вплив на результат має фізична активність та інші фактори [9]

Основні психофізіологічні параметри, які вимірюються медичними приладами включають: серцево-судинні показники (ЧСС, варіабельність серцевого ритму, вазомоторна активність), швидкість сенсомоторної реакції, пузілометрію, шкірно-гальванічну реакцію (ШГР). Як додаткові показники використовують електроенцефалографію, електроміографію, електрокардіографію, плетизмографію та ін [6]. ШГР, як досліджуваний параметр, чутливий до емоційної напруги, але має недолік, такий як реакція згасання. Параметри серцево-судинної системи, оцінювані за допомогою електрокардіограми та плетизмографії також є надійними від час діагностування стресових станів [6].

Швидкість зорово-моторної реакції (ЗМР) залежить від анатомічних особливостей, психофізіологічного стану та нервових процесів. Цей параметр вимірюється через реакцію на світлові сигнали. Фактори, що впливають на ЗМР, включають тип сприйняття (бінокулярне/монокулярне), колір сигналу, тренування, ритмічність сигналів, концентрацію уваги та функціональний стан організму.

Для оцінки стану центральної нервової системи (ЦНС) використовуються три кількісні критерії: функціональний рівень системи, стійкість реакції та рівень функціональних можливостей. Ці критерії допомагають характеризувати функціональний стан ЦНС та здатність до адаптації.

Психофізіологічне тестування в поєднанні з мультипараметричним моніторингом використовується для підготовки фахівців, що працюють на складних або монотонних роботах, з урахуванням індивідуальних особливостей реагування.

Узагальнена структура апарату для вимірювання психофізіологічних параметрів.

На основі наявних приладів для вимірювання розглянутих психофізіологічних параметрів запропоновано узагальнену схему апарату для зняття психофізіологічних характеристик (рис. 1).

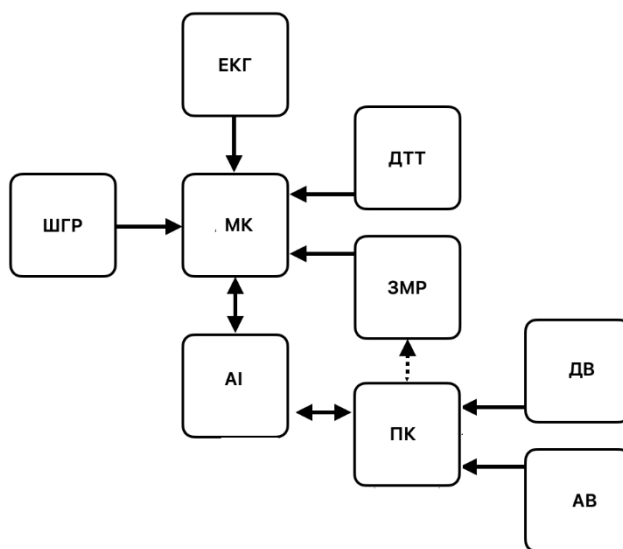


Рис.1 Структурна схема апарату для реєстрації психофізіологічних характеристик

ДТТ – датчик темпінг-тесту; ЕКГ – модуль реєстрації електрокардіограми; ЗМР – модуль реєстрації зорово-моторної реакції; АВ – модуль антропометричних вимірювань; ДВ – модуль динамометричних вимірювань; МК – мікроконтролер для первинної обробки сигналів від датчиків/модулів; АІ – апаратний інтерфейс; ПК – персональний; ШГР – модуль вимірювання ШГР.

До складу апарату входять датчики та модулі реєстрації психофізіологічних характеристик і індивідуальних особливостей опитуваних, зокрема, датчик темпінг-тесту (ДТТ), модуль реєстрації зорово-моторної реакції (ЗМР), ШГР та електрокардіограми (ЕКГ); модуль динамометричних вимірювань (ДВ), що забезпечує вимірювання максимальної м'язової сили рук, моторної асиметрії та м'язової витривалості з оцінкою вегетативних зрушень; модуль антропометричних вимірювань (АВ), що забезпечує вимірювання як антропометричних (вага, зріст) так і окремих фізіологічних показників (температура, артеріальний тиск). Модуль збирання та первинної обробки інформації побудовано на

мікроконтролері; сигнали і дані через апаратний інтерфейс (АІ) передаються до персонального комп'ютера (ПК). Керування та відображення інформації здійснюється за допомогою штатних периферійних пристроїв ПК.

Тест МВІ для визначення рівня професійного вигорання.

Для виявлення синдрому емоційного вигорання застосовується тест МВІ, стандартна версія якого складається з 22 питань, розділених на три секції, які охоплюють три важливі аспекти емоційного життя працюючої людини: А – емоційне виснаження, В – деперсоналізація, С – редукція особистих досягнень. У роботі був застосований скорочений тест МВІ [3], який складається з 16 питань: в секції А та В (негативних) по п'ять питань, в секції С (позитивній) – шість.

Метод визначення інформативних показників для працівників швидкої медичної допомоги за результатами скороченого тесту МВІ та психофізіологічними параметрами групи «Зорово-моторна» реакція.

Було проведено опитування 28 лікарів та працівників швидкої медичної допомоги (з урахуванням віку, стажу роботи та статі). Відповідно до методики тесту МВІ [5], у кожній групі була підрахована сума балів для окремого респондента. Отримана сума порівнювалася за групами з граничними значеннями (рис. 2). Початковому рівню професійного вигорання було присвоєне значення «0», середньому – «1», високому – «2».

Секція питань	Рівень вигорання	Граничні значення
Секція А	початковий	0-12
	середній	13-20
	високий	21-30
Секція В	початковий	0-3
	середній	4-9
	високий	10-30
Секція С	початковий	25-36
	середній	21-24
	високий	0-23

Рис. 2. Граничні значення в залежності від секції та рівня вигорання

До групи препатології (група 1) відносяться опитувані, що мають прояви синдрому вигорання у легкій формі.

Крім того для тих самих респондентів було проведено тестування за допомогою апаратно-програмованого комплексу «НС-Психотест» і зафіксовані такі параметри як: реакція розрізнення, критична частота злиття миготіння, пам'ять на образи та зорово-моторна реакція з відліком. У більшості показників було також підрахована швидкість реакції та її середньо-квадратичне відхилення, кількість зроблених пропусків, кількість передчасних натискань, стійкість реакції, функціональний рівень нервової системи, оцінки працездатності та ін.

Для визначення найбільш інформативних питань тесту МВІ для даної професії та для визначення найбільш інформативних психофізіологічних показників у контексті визначення групи препаатології була побудована модель логістичної регресії, яка класифікує респондента в одну з трьох розглянутих груп. Чим більша вага присвоюється моделлю відповідному питанню – тим важливішим вважається питання для діагностики [11].

На рисунку 3 представлений список найбільш інформативних питань скороченого тесту МВІ. За отриманою вагою (за модулем) найбільш інформативними питаннями для групи 1 (стан препаатології) є питання №№13, 14 та 15, що належать до секції В, що відповідає за деперсоналізацію.

Weight*	Feature
+0.738	MBI_13_zy
+0.340	MBI_16_ef
+0.275	MBI_02_ee
+0.234	MBI_12_ef
+0.227	MBI_11_ef
+0.197	MBI_05_ef
+0.166	MBI_07_ef
+0.166	MBI_06_ee
+0.134	MBI_04_ee
+0.074	MBI_10_ef
+0.031	MBI_09_zy
+0.013	MBI_01_ee
-0.090	MBI_08_zy
-0.157	MBI_03_ee
-0.356	MBI_15_zy
-1.023	MBI_14_zy
-1.134	<BIAS>

Рис. 3. Найінформативніші питання тесту для групи 1 (препаатологія)

Вказані питання мають вигляд: 14 – "Я занадто цинічно ставлюся до користі моєї праці для будь-кого"; 13 – "Я хочу виконувати тільки мою роботу, а в іншому я хочу, щоб мене залишили у спокої"; 15 – "Я сумніваюсь у значущості моєї праці".

Аналогічна процедура була проведена і з психофізіологічними параметрами групи «Зорово-моторна» реакція (рис. 4).

y=0.0 top features		y=1.0 top features		y=2.0 top features	
Weight ²	Feature	Weight ²	Feature	Weight ²	Feature
+0.643	DR_num_clicks	+0.490	SVMR_fu_level_system	+1.436	<BIAS>
+0.512	CFFF_av_freq_decreasing	+0.343	SVMR_smr	+0.508	VMRC_num_passes
+0.450	DR_num_passes	+0.342	SVMR_eval_reaction_rate	+0.400	Mi_num_mistakes
+0.436	CR_num_clicks	+0.341	SVMR_resistance	+0.316	VMRC_rmsd_srr
+0.238	DR_rmsd_reaction_time	+0.341	SVMR_eval_resistance	+0.301	MI_memory_capacity
+0.152	VMRC_av_reaction_time	+0.333	SVMR_eval_func_level	+0.275	DR_Whipple_index
+0.132	CR_num_false_reactions	+0.324	CFFF_av_freq_increasing	+0.265	CR_num_clicks
+0.099	VMRC_num_false	+0.308	VMRC_attention_span	+0.263	MI_num_correct
+0.098	DR_num_false_reactions	+0.308	SVMR_num_mistakes	+0.180	SVMR_func_level
+0.078	SVMR_Whipple_index	+0.274	VMRC_num_mistakes	+0.168	SVMR_Whipple_index
+0.067	VMRC_num_correct	+0.265	DR_num_mistakes	+0.167	SVMR_rmsd_smr
+0.067	DR_num_mistakes	+0.252	DR_num_passes	+0.164	VMRC_num_clicks
+0.066	CR_av_reac_time	+0.195	SVMR_num_clicks	+0.121	CR_rmsd_reaction_time
+0.065	SVMR_func_level	+0.181	VMRC_num_clicks	+0.121	DR_av_reac_time
+0.052	VMRC_rmsd_srr	+0.150	SVMR_passes	+0.114	CR_Whipple_index
+0.042	SVMR_fu_level_system	+0.135	SVMR_rmsd_smr	+0.020	CR_num_false_reactions
+0.036	DR_av_reac_time	+0.123	VMRC_num_correct	+0.008	VMRC_av_reaction_time
+0.028	SVMR_eval_func_level	+0.100	CR_num_passes	-0.060	CR_num_mistakes
+0.028	MI_num_correct	+0.063	DR_num_false_reactions	-0.073	SVMR_num_clicks
+0.024	CR_num_mistakes	+0.038	CR_av_reac_time	-0.074	VMRC_num_mistakes
-0.010	CR_num_passes	+0.036	CR_num_mistakes	-0.082	DR_rmsd_reaction_time
-0.010	SVMR_passes	+0.010	VMRC_num_false	-0.090	CR_num_passes
-0.017	SVMR_resistance	-0.002	CR_Whipple_index	-0.104	CR_av_reac_time
-0.017	SVMR_eval_resistance	-0.034	VMRC_num_passes	-0.107	CFFF_av_freq_decreasing
-0.027	DR_Whipple_index	-0.088	CR_rmsd_reaction_time	-0.109	VMRC_num_false
-0.033	CR_rmsd_reaction_time	-0.110	Mi_num_mistakes	-0.140	SVMR_passes
-0.102	VMRC_attention_span	-0.152	CR_num_false_reactions	-0.144	CFFF_av_freq_increasing
-0.107	MI_memory_capacity	-0.156	DR_rmsd_reaction_time	-0.151	SVMR_smr
-0.112	CR_Whipple_index	-0.157	DR_av_reac_time	-0.152	SVMR_eval_reaction_rate
-0.122	SVMR_num_clicks	-0.160	VMRC_av_reaction_time	-0.162	DR_num_false_reactions
-0.130	SVMR_num_mistakes	-0.194	MI_memory_capacity	-0.178	SVMR_num_mistakes
-0.179	CFFF_av_freq_increasing	-0.245	SVMR_func_level	-0.190	VMRC_num_correct
-0.190	SVMR_eval_reaction_rate	-0.246	SVMR_Whipple_index	-0.206	VMRC_attention_span
-0.192	SVMR_smr	-0.248	DR_Whipple_index	-0.324	SVMR_eval_resistance
-0.201	VMRC_num_mistakes	-0.288	DR_num_clicks	-0.324	SVMR_resistance
-0.290	Mi_num_mistakes	-0.292	MI_num_correct	-0.331	DR_num_mistakes
-0.301	SVMR_rmsd_smr	-0.355	<BIAS>	-0.355	DR_num_clicks
-0.345	VMRC_num_clicks	-0.368	VMRC_rmsd_srr	-0.361	SVMR_eval_func_level
-0.474	VMRC_num_passes	-0.405	CFFF_av_freq_decreasing	-0.531	SVMR_fu_level_system
-1.081	<BIAS>	-0.701	CR_num_clicks	-0.702	DR_num_passes

Рис. 4 Результат навчання моделі логістичної регресії

У групі препатології найбільш інформативними ознаками є: "Кількість натискань" (група "Реакція вибору" або CR), "Функціональний рівень системи", що належить до групи ознак "Проста зорово-моторна реакція" (SVMR), "Середня частота при зниженні частоти миготіння", яка належить до групи "Критична частота злиття миготіння та пам'ять на образ" (CFFF).

Для оцінки точності моделі логістичної регресії були побудовані матриці невідповідностей (confusion matrix). Точність (accuracy) навчання моделі склала 79% що, враховуючи малу кількість опитуваних, є задовільним показником.

Визначення найбільш інформативних психофізіологічних параметрів за допомогою U-критерія (критерій Манна-Уїтні).

У роботі був застосований критерій Манна-Уїтні для визначення найбільш інформативних психофізіологічних параметрів методом пошуку статистично значущої відмінності між групами за кожним психофізіологічним параметром. Критерій Манна-Уїтні відноситься до непараметричних критеріїв перевірки гіпотез, і був обраний тому, що не потребує апріорних припущень про закон ймовірнісного розподілу параметрів.

У загальному випадку алгоритм розрахунку критерія Манна-Уїтні для двох вибірок працює таким чином [12].

1) Складається єдиний ранжований ряд обох вибірок, їх елементи розставляються за ступенем наростання ознаки.

2) Відбувається приписування меншого значення меншому рангу.

3) Підраховується окрема сума рангів для кожної з вибірок.

4) Визначається найбільша із двох рангових T-сум.

5) Обчислюється значення U-критерію за формулою:

$$U = n_x \cdot n_y + \frac{n \cdot (n + 1)}{2} - T, \quad (1)$$

де n_x та n_y – об'єми першої та другої вибірки відповідно,

n – об'єм вибірки з більшою сумою рангів,

T – більша сума рангів.

6) Визначається для обраного рівня статистичної значущості ($\beta = 5\%$ або $\beta = 1\%$) або довірчої ймовірності ($p = 0,95$ або $p = 0,99$) за таблицею критичне значення при заданій чисельності досліджуваних груп.

7) Приймається рішення стосовно достовірності відмінностей, що спостерігаються між рівнем ознаки, яке приймають на підставі порівняння отриманих емпіричного та критичного значень критерію Манна-Уїтні.

Обраний метод показав статистично значущу відмінність між групами лише для параметру "Середньоквадратичне відхилення швидкості зорово-моторної реакції" у групі "Зорово-моторна реакція з відліком" (VMRS). Для груп 0 та 1 критерій Манна-Уїтні дорівнює 0,0185, для груп 1 та 2 – 0,04483. Тож у людей, які мають активні прояви емоційного вигорання (група 2), перш за все, страждають швидкість та точність зорово-моторних реакцій (рис. 5).

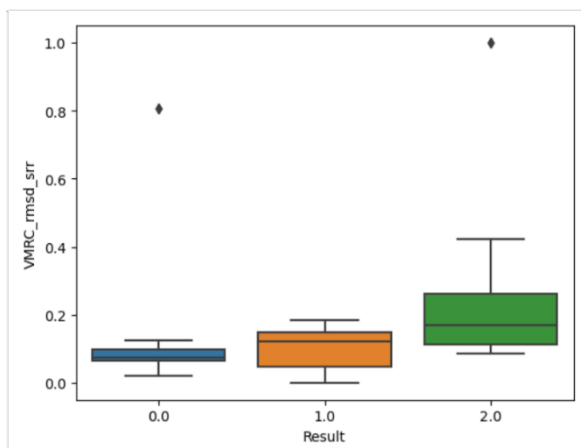


Рис. 5 Боксплот розподілу ознаки "Середньоквадратичне відхилення ШЗМР"

Висновки. Таким чином, під час проведення досліджень респондентів у стані препатології за допомогою апаратно-програмного комплексу для реєстрації психофізіологічних характеристик необхідно зосередитися безпосередньо на ШЗМР. Розроблене програмне забезпечення дозволяє провести класифікацію опитуваних на групи в залежності від їх відповідей на питання скороченого опитувальника МВІ, візуалізувати його, побудувати модель логістичної регресії, навчити її класифікувати пацієнтів за групами та знаходити найбільш інформативні для даної групи психофізіологічні ознаки. Головними перевагами розробки можна вважати можливість роботи з новими вибірками опитуваних, швидкість візуалізації та математичне обґрунтування зв'язку психофізіологічних параметрів зі знаходження респондента у стані препатології.

Список літератури:

1. Професійне вигорання медичних працівників [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://phc.org.ua/news/profesiyne-vigorannya-medichnikh-pracivnikiv> (дата звернення: 07.05.2024).
2. The Mental Health of Healthcare Workers in COVID-19 [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://mhanational.org/mental-health-healthcare-workers-covid-19> (дата звернення: 07.05.2024)
3. Brante, G. (2009). Multitasking and synchronous work: complexities in teacher work. *Teaching and Teacher Education*, 25, 430-436. Retrieved October ,23, 2009, from Science Direct database.
4. I. Perova, I. Zavgorodnii, O. Lalyenko, P. Zhernova, A. Kiriak (2020) Identification of Predictors of Burnout Among Employees of Socially Significant Professions. S. Babichev et al. (Eds.): DSMP 2020: Data Stream Mining & Processing, Part of the Communications in Computer and Information Science book series (CCIS), vol. 1158, 2020, pp. 445–456.

5. Психофізіологічні закономірності професійного самоздійснення особистості : монографія / О.М. Кокун, В.В. Клименко, О.М. Корніяка О.Р. Малхазов [та ін.] ; за ред. О.М. Кокуна. – К.: Педагогічна думка, 2015. – 297 с.
6. Малхазов О.Р. Часові показники зорово-моторних реакцій як індикатори надійності людського чинника / О.Р. Малхазов // Проблеми екстремальної та кризової психології. Збірник наукових праць. Вип. 7. – Харків: УЦЗУ, 2010. – С. 350 – 361 с.
7. Кузовик, В.Д., Гордєєв, А.Д. Апаратно-програмний комплекс для оцінювання психофізіологічного стану оператора // Журнал «Технологічний аудит та резерви виробництва» Т. 1, № 5(15). – С.44–46.
- 8 ДХ Україна Медична техніка / НС Психотест [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://dxcomplex.com.ua/psihotestery/ns-psihotest/> (дата звернення: 5.11.2022).
9. I. Zavgorodnii, O. Lalymenko, I. Perova, P. Zhernova, A. Kiriak, O. Novytskyu «Early Revealing of Professional Burnout Predictors in Emergency Care Workers»: Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, vol. 77, 2021, pp. 464 – 478.
10. Маруненко І. М. Психофізіологія. — Київ: 2015. — 406 с.
11. Jonathon Shlens (2009), A tutorial on Principal Components Analysis available at: <https://user.eng.umd.edu/~jzsimon/biol708L/ref/ShlensPCATutorial.pdf> (accessed:20.05.2024)..
12. Loginom / Логістична регресія и ROC-аналіз – математичний апарат [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://loginom.ru/blog/logistic-regression-roc-auc> (дата звернення: 7.11.2022).

References:

1. Profesiine vyhorannia medychnykh pratsivnykiv [Professional burnout of medical workers], available at: <https://phc.org.ua/news/profesiyne-vigorannya-medichnikh-pracivnykiv> (accessed: 07.05.2024).
2. The Mental Health of Healthcare Workers in COVID-19 [Електронний ресурс]. available at: <https://mhanational.org/mental-health-healthcare-workers-covid-19> (accessed: 07.05.2024)
3. Brante, G. (2009). "Multitasking and synchronous work: complexities in teacher work". *Teaching and Teacher Education*, 25, pp. 430 – 436. Retrieved October ,23, 2009, from Science Direct database.
4. Perova, I., Zavgorodnii, I., Lalymenko, O., Zhernova, P. and Kiriak A. (2020) "Identification of Predictors of Burnout Among Employees of Socially Significant Professions". S. Babichev et al. (Eds.): DSMP 2020: *Data Stream Mining & Processing, Part of the Communications in Computer and Information Science book series (CCIS)*, vol. 1158, 2020, pp. 445 – 456.
5. Kokun, O.M., Klymenko, V.V., Korniiaka O.M., Malkhazov O.R. et al. (2015) *Psykhofiziologichni zakonomirnosti profesiinoho samozdiisnennia osobystosti* [Psychophysiological regularities of professional self-realization of a personality] Monograph, Kokun, O.M. (Eds.), Pedagogichna dumka, Kyiv, 297 p.
6. Malkhazov, O.R. (2010) "Chasovi pokaznyky zorovo-motornykh reaktzii yak indykatory nadiinosti liudskoho chynnyka" [Time indicators of visual-motor reactions as indicators of the reliability of the human factor], *Problemy ekstremalnoi ta kryzovoi psykholohii*, UTsZU, Kharkiv, pp. 350 – 361
7. Kuzovyk, V.D., Hordieiev, A.D. (2014) "Aparatno-prohramnyi kompleks dlia otsiniuvannia psykhofiziologichnoho stanu operatora" [Hardware and software complex for assessing the psychophysiological state of the operator], *Tekhnologichnyi audyt ta rezervy vyrobnytstva»* V.1, № 5(15).
- 8 ДХ Україна Медична техніка / НС Психотест [Електронний ресурс]. – Режим доступу URL: <https://dxcomplex.com.ua/psihotestery/ns-psihotest/> (дата звернення: 5.11.2022).

9. Zavorodnii, I., Lalymenko, O. Perova, I., Zhernova, P., Kiriak A. and Novytskyi O. (2021) "Early Revealing of Professional Burnout Predictors in Emergency Care Workers": *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, vol. 77, pp. 464 – 478.
10. Marunenko, I.M. (2015), *Psykhofiziologhiia* [Psychophysiology], Kyiv, 406 p.
11. Jonathon Shlens (2009), A tutorial on Principal Components Analysis available at: <https://user.eng.umd.edu/~jzsimon/biol708L/ref/ShlensPCATutorial.pdf> (accessed:20.05.2024).
12. Loginom. Logistic regression and ROC analysis, available at: <https://loginom.ru/blog/logistic-regression-roc-auc> (accessed: 20.05.2024).

Статтю представив д.т.н., проф. Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" В.І. Носков.

Поступила (received) 06.08.2023

Datsok Oleh, Cand.Sc.Tech, Associate Professor
Kharkiv National University of Radio Electronics
Nauky Ave. 14, Kharkiv, Ukraine, 61166
Tel: (057) 7021-364, e-mail: oleh.datsok@nure.ua
ORCID ID: 0000-0003-4489-3819

Litovchenko Olena, PhD, Associate Professor
Kharkiv National Medical University
Nauky Ave. 4, Kharkiv, Ukraine, 61022
Tel: (057) 7077-380, e-mail: latyshkaelena@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-5286-1705

Chyhryn Danylo, PhD student
Kharkiv National University of Radio Electronics
Nauky Ave. 14, Kharkiv, Ukraine, 61166
Tel: (050) 6706-604, e-mail: danylo.chigrin@gmail.com
ORCID ID: 0009-0003-3228-4503

Kiriak Anastasiia, Master student
Kharkiv National University of Radio Electronics
Nauky Ave. 14, Kharkiv, Ukraine, 61166
Tel: (057) 7021-364, e-mail: ed.kiriak1705@gmail.com
ORCID ID: 0000-0001-7629-9107

УДК 004.9:612

Апаратно-програмний комплекс визначення найбільш інформативних психофізіологічних параметрів при професійному вигоранні / Дацок О.М., Літовченко О.Л., Чигрин Д.Р., Кіряк А.О. // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2024. – № 1 – 2 (11 – 12). – С. 178 – 189.

Розроблено структуру апаратно-програмного комплексу для визначення психофізіологічних параметрів людини під час психологічного вигорання (для медиків та працівників швидкої медичної допомоги) за результатами опитувальника Маслач (MBI-GS), що включає в себе спеціалізовану модель для визначення найбільш інформативних ознак, які спричиняють професійне вигорання. Іл.: 5. Бібліогр.: 11 назв.

Ключові слова: апаратно-програмний комплекс, спеціалізовану модель, найбільш інформативні ознаки, професійне вигорання.

UDC 004.9:612

Hardware and software complex for determining the most informative psychophysiological parameters during professional burnout / Datsok O.M., Litovchenko O.L., Chyhrin D.R., Kiryak A.O. // Herald of the National Technical University "KhPI". Series of "Informatics and Modeling". – Kharkov: NTU "KhPI". – 2024. – № 1 – 2 (11 – 12). – С. 178 – 189.

The structure of the hardware and software complex was developed, it determines the psychophysiological parameters of a person with psychological burnout syndrom (for doctors and emergency medical workers) based on the results of the Maslach questionnaire (MBI-GS), which includes a specialized model for determining the most informative features that cause professional burnout . Illustration: 5. Bibliography: 11 titles.

Keywords: hardware and software complex, a specialized model, the most informative features, professional burnout.