"Пробл. старения и долголетия", 2013, **22**, № 3. — С. 317–331

УДК 612.821.3+572.025+158.983.2

Н. В. Харковлюк-Балакіна

Державна установа "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України", 04114 Київ

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОЦІНКИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗУМОВОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ В ОСІБ РІЗНОГО ВІКУ

Проведено психофізіологічну діагностику професійної працездатності та темпу старіння 345 осіб різних видів розумової праці віком 21–74 роки. Принципові відмінності запропонованого у роботі інформаційного підходу до аналізу результатів досліджень полягають у застосуванні методів інформаційних технологій для інтегральної оцінки впливу вікової інволюції на працездатність людини в умовах розумового навантаження. Розроблено інформаційну технологію оцінки забезпечення розумової працездатності для осіб різних вікових груп, яка дозволяє отримати нові дані про наявність донозологічних станів людини в умовах розумового стомлення та надає можливості своєчасного застосування засобів професійно-трудової реабілітації.

Ключові слова: розумова працездатність, вікова інволюція, фізіологічні показники забезпечення розумової працездатності, темп старіння, інформаційні технології, інтегральна оцінка забезпечення розумової працездатності.

Сучасні демографічні дані свідчать про постійне зростання кількості осіб похилого віку в загальній структурі населення. Вплив вікової інволюції на професійну адаптацію людини обмежує застосування праці осіб старших вікових груп в сучасних виробничих умовах на фоні прогнозування тенденції дефіциту кваліфікованих працівників. Отже, існуюче протиріччя потребує наукового обґрунтування розширення вікового діапазону працездатного населення та визначає актуальність спектра напрямів геронтологічних досліджень щодо вирішення окремих аспектів проблеми вікового моніторингу працездатності людини.

Фундаментальні здобутки фізіології праці обґрунтовують психофізіологічні механізми напруги функцій в умовах розумової праці та визначають моделі функціональної системи забезпечення трудової ді-

© Н. В. Харковлюк-Балакіна, 2013.

яльності [14]. Вирішення проблеми професійного довголіття базується на вивченні адаптаційних можливостей організму людини. Сучасні дослідження професійної працездатності перетинаються з проблемами, пов'язаними з визначенням біологічного віку людини [1, 3, 7], оцінкою функціональних станів людини [4, 11, 13], прогнозуванням ефективності трудової діяльності та працездатності [2, 4, 6], визначенням психофізіологічних чинників трудової діяльності [15, 19, 21]. Однак у контексті актуальності пошуку методів інтегральної оцінки розумової працездатності (РП) людини необхідно відзначити проблему обмеженості комплексних методів вивчення фізіологічних корелят забезпечення працездатності та відсутності вікових критеріїв оцінки.

За даними геронтологічних досліджень осіб різних професійних груп, динаміка психофізіологічних функцій людини має спадаючу тенденцію після 35 років [2, 11, 17, 19], що є відображенням впливу вікової інволюції, яка супроводжується істотними змінами функцій нервової системи та її інтеграційної діяльності [12]. Водночас, експериментальні дані свідчать, що у професіях, не пов'язаних з вираженими несприятливими чинниками середовища, професійна працездатність залишається високою до 60 років, а іноді і старше [8, 20, 26]. Деякі дослідники пов'язують це із професійним досвідом, який починає набувати найбільш істотного значення в попередженні вікового зниження фізіологічних резервів організму. Так, за даними О. А. Полякова [17], з віком відбуваються зміни у механізмі перебудови робочого стереотипу. Водночас, Г. В. Коробейніков [8] професійну адаптацію осіб старших вікових груп пов'язує з виявленням різних стратегій системи переробки інформації, що впливає на уповільнення інволюції нейродинамічних функцій мозку людини, вікова динаміка яких, за даними В. С. Лизогуба [9], також залежить від індивідуально-типологічних властивостей нервової системи. Разом з тим, за даними Л. М. Белозьорової [1], найважливішими показниками РП людини є розвиток атенційних і мнемічних процесів, а провідним механізмом її зниження при старінні є вікові зміни стану ЦНС, які є однаковими у жінок і чоловіків.

Серед поширених наслідків вікової інволюції домінуючими вважаються когнітивні порушення, а саме: проблема погіршення уваги та пам'яті, сповільнення часу реакції, складність освоєння нових завдань та окремих здібностей мислення, аналіз і синтез в розумових операціях та ін. [2, 9, 14], хоча цей процес не є пропорційним календарному віку людини [17, 19, 26]. Тобто, вікові зміни значень показників РП не завжди є достовірними і у зв'язку із цим виникла необхідність використання у роботі нових підходів до оцінки РП.

Багато закордонних дослідників [22, 25, 27, 28, 30] вважають вікове зниження когнітивних функцій наслідком біологічного старіння, при якому помірні зміни пам'яті та швидкості переробки інформації можуть виникати при стабільності інших психофізіологічних показників. Ряд авторів [23, 24, 29] пояснюють ефект *"age-complexity"*, об'єднуючий загальний механізм вікових змін швидкості інформаційної обробки, пов'язаний з так званим феноменом збільшення складності з віком";

проте ослаблення механічного запам'ятовування компенсується збереженням і розвитком логічної пам'яті, підвищенням мотиваційних чинників. У результаті вікове ослаблення функціональних можливостей організму компенсується не лише за рахунок придбаного соціального і професійного досвіду але й внаслідок активації адаптаційних регуляторних зрушень, визначених В. В. Фролькісом як вітаукт [18].

За даними Ю. П. Горго [4], працездатність людини (зокрема, в природних, штучно створених та екстремальних умовах працедіяльності) лімітується динамікою функціонального робочого стану, природно пов'язаного зі впливом різноманітних екзо- та ендогенних факторів. Однак пошук прийомів об'єктивної оцінки фізіологічних корелят забезпечення працездатності, від яких залежать надійність і ефективність виконуваної роботи, залишається однією з актуальних завдань у фізіології праці, оскільки динаміка функціональних станів людини лінійно не відображає змін працездатності та ефективності діяльності.

Отже, проблема оцінки РП на сьогодні залишається практично значимою, оскільки методична база досліджень спирається на традиційні психофізіологічні методики, які мають обмежену чутливість до рівня інтелектуальних здібностей людини та не враховують гетерохронність нормального старіння професійних функцій. Таким чином, актуальність даної роботи обумовлена спектром напрямів фундаментальних здобутків, резюмуючим результатом яких виступає висновок про відсутність єдиного типу вікових змін психофізіологічних характеристик та професійних здібностей людини на фоні відсутності методів інтегральної оцінки РП в межах геронтологічних досліджень. Водночас, сучасний рівень інформаційних технологій грунтується на використанні евристичних методів, в основу яких покладено застосування інформаційно-структурного моделювання процесу вирішення будь-якої нової задачі.

Мета роботи — розробка інформаційної технології оцінки забезпечення РП осіб різних вікових груп.

Обстежувані та методи. Дослідження РП базувалося на вивченні впливу розумового навантаження на адаптаційні можливості у 345 осіб різних видів розумової праці віком 21–74 роки, яких було розподілено на 3 вікові групи. Фізіологічні кореляти забезпечення РП досліджувалися за допомогою автоматизованої системи психофізіологічної діагностики [16]. Для оцінки загального фізичного стану обстежуваних використовували фізіологічні показники за методикою визначення функціонального віку та темпу старіння людини, розробленою на базі лабораторії професійно-трудової реабілітації ДУ "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України" [16].

Для аналізу отриманих даних та створення інформаційної технології оцінки забезпечення РП було застосовано ряд наступних методів, розроблених на базі Міжнародного науково-навчального центру інформаційних технологій та систем НАН і МОН України: метод інформаційного-структурного моделювання, метод інфотомування як засіб структурованого інформаційного представлення ієрархічної організації

об'єкта дослідження, метод уніфікованого нормування різноякісної інформації, метод побудови узагальнених оцінок [5].

Результати та їх обговорення. Згідно з методологією інформаційних технологій, яка ґрунтується на тріаді "дані – інформація – знання" [5], було розроблено структуру оцінки забезпечення РП, що складається з чотирьох рівнів, в основі розподілу яких було покладено евристичний підхід (рис. 1). Інтегральна оцінка забезпечення РП людини формується на основі наступних фізіологічних компонентів РП: психофізіологічне й вегетативне забезпечення РП та темп старіння людини (див. рис. 1), які відокремлені на четвертому рівні структури. Третій рівень формують складові забезпечення РП: інтелектуальна й емоційна складова та загальний фізичний стан людини. Оскільки поточний стан систем, функціональні властивості яких покладено в основу оцінки забезпечення РП (другий рівень), відображають тільки фізіологічні показники, то перший рівень інформаційної структури представлено фізіологічними корелятами психофізіологічного та вегетативного забезпечення РП та темпу старіння людини (див. рис. 1).

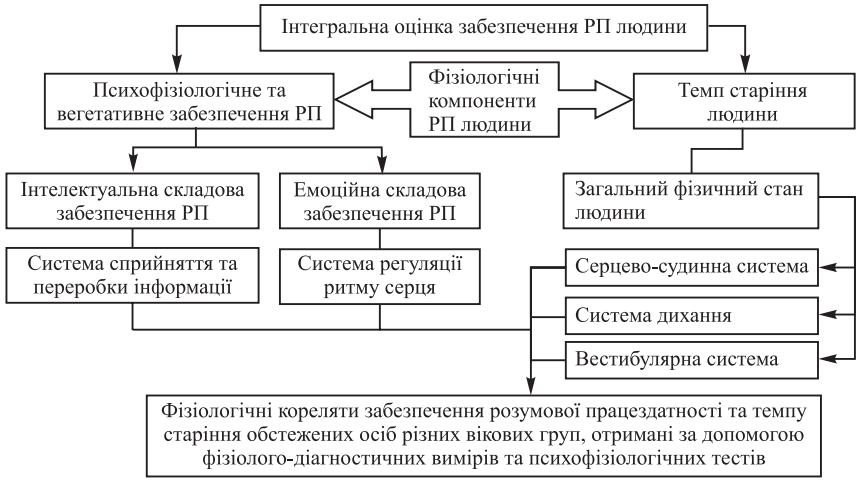

Рис. 1. Структура оцінки забезпечення РП осіб різного віку.

Вибір фізіологічних корелят базувався на результатах лонгітудинальних досліджень закордонних авторів [28], отриманих впродовж десяти років, які резюмують фундаментальну концепцію узгодженості різних функціональних станів із серцевим ритмом, згідно з якою психофізіологічний механізм взаємин між психологічними, когнітивними і емоційними компонентами функціональних систем в організмі людини пов'язаний зі взаємодією і гармонійною синхронізацією фізіологічних систем. Слід зауважити, що вибір інформативних показників та засоби їх оцінки також були обумовлені незалежністю від певних автоматизованих методик вимірювання, що сприяє доступності використання розробленої інформаційної технології при проведені масових обстежень.

Відомо, що психофізіологічне забезпечення РП пов'язане з реалізацією вищих психічних функцій людини. Водночас, психічні процеси (зокрема, сприйняття та аналіз інформації, запам'ятовування та відтворення інформації) разом із сенсомоторними реакціями відображають інтелектуальну складову забезпечення РП (див. рис. 1), представленою системою сприйняття та переробки інформації, яка, за даними Г. В. Кробейнікова [8], виступає головною ланкою вікової інволюції психофізіологічних механізмів розумової діяльності. Отже, інформативними показниками системи сприйняття та переробки інформації (див. рис. 1) було відібрано наступні фізіологічні кореляти психофізіологічного забезпечення РП: загальна кількість рухів кісті за 30 с при проведенні тепінг-тесту (ТТ, кількість рухів), за яким оцінюється витривалість нервової системи; показники стану психофізіологічних функцій: помилка сприйняття часового інтервалу 30 с (СЧ, *с*); обсяг короткочасної зорової пам'яті (ОКЗП, %) — кількість відтворених цифр із таблиці з дванадцятьма випадковими числами від 11 до 99, які протягом 30 с необхідно запам'ятати; обсяг короткочасної слухової пам'яті (ОКСП, %) — кількість цифр, відтворених у зворотному порядку, із дев'яти запропонованих символів при вербальному завданні; надійність уваги (*Ne, %*) – розраховується як результат співвідношення кількості правильно виконаних завдань на увагу до загальної кількості завдань, помножений на 100 %.

Відомо, що вегетативне забезпечення РП пов'язане з емоційною складовою (див. рис. 1) оскільки помірне підвищення нервово-емоційного напруження сприяє покращенню РП та потребує оптимального збільшення психофізіологічних витрат. Разом з тим, в умовах розумового напруження реактивність вегетативної регуляції ритму серця виявляється значно раніше інших гемодинамічних змін. Отже, функціональний стан системи регуляції ритму серця (див. рис. 1) відображає адаптаційний потенціал організму людини, а фізіологічними корелятами вегетативного забезпечення РП виступають наступні показники варіабельності серцевого ритму: середня тривалість кардіоінтервалів, (*RRNN, мс*) та їх середнє квадратичне відхилення (*SDNN, мс*).

З позиції адаптаційно-регуляторної теорії, висунутої В. В. Фролькісом [19], старіння — це не тільки просте згасання обміну та функцій, але і мобілізація пристосувальних механізмів "вітаукту"; отже, загальний фізичний стан людини виступає вагомим фактором лімітування працездатності, оскільки пов'язаний із загальними закономірностями вікових змін (див. рис. 1). Разом з тим, специфіка трудової діяльності осіб розумової праці пов'язана з впливом гіпокінезії як одного з факторів ризику патологічних змін функціонального стану серцево-судинної й дихальної системи та опорно-рухового апарату, отже, серцево-судинна, дихальна та вестибулярна системи представляють другий рівень інформаційної структури. Фізіологічними корелятами темпу старіння людини виступають такі показники: частота серцевих скорочень у спокої (ЧСС, $хв^{-1}$); систолічний артеріальний тиск (САТ, *мм рт. ст.*), діастолічний артеріальний тиск (ДАТ, *мм рт. ст.*), життєва ємність легенів (ЖЄЛ, *л*), тривалість затримки дихання на

вдиху (ЗДвд, *с*), тривалість затримки дихання на видиху (ЗДвид, *с*) та статичне балансування (СБ, *с*) [16].

Оскільки біологічні системи управляння організмом людини відзначаються високим рівнем надійності, стійкості та здатністю до адаптації до зовнішньої середи, тому прийнято розрізняти два типи їх функціонування — нормальний та патологічний [5], які можливо диференціювати методом уніфікації та нормування різноякісної інформації. Слід відзначити, що застосування прийому інтелектуалізації [5] передбачає врахування положення кожного фізіологічного показника на шкалі його змін в межах діапазону норми та повного діапазону; водночас, переведення фізіологічних параметрів у відносну форму дає змогу порівняти показники з різними розмірностями між собою та оцінити стан досліджуваних систем за відповідними показниками.

Для переведення виділених фізіологічних показників (X_i) у відносні (інформаційні) ($X_{\text{відн}}$) необхідно було визначити граничні межі повного діапазону змін (X_{max}, X_{min}) та граничні межі діапазону вікової норми ($X^{\text{н}}_{max}$, $X^{\text{н}}_{min}$) для кожного показника та для вікової групи (табл. 1), які було задано експертним шляхом за аналізом результатів проведених обстежень осіб різного віку та за даними літератури.

Таблиця 1

Граничні межі діапазону вікової норми ($X^{\text{н}}_{min}$, $X^{\text{н}}_{max}$,) й повного діапазону змін (X_{min}, X_{max}) фізіологічних показників (X_i) у чоловіків (ч) та жінок (ж) різних вікових груп

Показник (X_i)	Повний діапазон змін		Перший період зрілого віку: 22–35 (ч), 21–35 (ж) років		Другий період зрілого віку: 36–60 (ч), 36–55 (ж) років		Літній вік: 61–74 (ч), 56–74 (ж) років	
	X_{min}	X_{max}	$X^{\text{н}}_{min}$	$X^{\text{н}}_{max}$	$X^{\text{н}}_{min}$	$X^{\text{н}}_{max}$	$X^{\text{н}}_{min}$	$X^{\text{н}}_{max}$
ЧСС, *хв*$^{-1}$	12	290	50	80	55	85	55	90
САТ, *мм рт. ст.*	51	292	90	130	95	140	95	135
ДАТ, *мм рт. ст.*	30	170	60	80	65	90	60	85
ЖЄЛ, *л*								
(ч)	0,5	7,0	3,3	7,0	2,8	7,0	1,8	7,0
(ж)	0,5	7,0	2,7	7,0	2,2	7,0	1,6	7,0
ЗДвд, *с*								
(ч)	15	180	85	180	58	180	28	180
(ж)	15	180	55	180	28	180	18	180
ЗДвид, *с*								
(ч)	5	100	55	100	28	100	18	100
(ж)	5	100	35	100	18	100	16	100
СБ, *с*								
(ч)	1	120	58	120	30	120	15	120
(ж)	1	120	28	120	18	120	10	120
ТТ, *кількість рухів*	60	220	180	220	160	220	120	220
ОКСП, *%*	22	100	67	100	44	100	33	100
СЧ, *с*	0	20	0	5	0	6	0	8
ОКЗП, *%*	8	100	75	100	58	100	33	100
Ne, %	0	100	95	100	85	100	80	100
RRNN, мс	100	1200	500	700	400	750	350	800
SDNN, мс	10	150	55	90	45	85	35	80

Таким чином, уніфікація досліджуваних фізіологічних показників (X_i) проводиться відповідно до вікової групи обстежуваного (перший період зрілого віку, другий період зрілого віку, літній вік), згідно з даними табл. 1, при виконанні наступних умов:

коли $X^{н}_{min} \le X_i \le X^{н}_{max}$, то $X_{відн} = 0$,

коли $X^{н}_{max} \le X_i \le X_{max}$, то $X_{відн} = (X_i - X^{н}_{max})/(X_{max} - X^{н}_{max})$,

коли $X_{min} \le X_i \le X^{н}_{min}$, то $X_{відн} = (X^{н}_{min} - X_i)/(X^{н}_{min} - X_{min})$,

коли $X_i = X_{max}$ або $X_i = X_{min}$, то $X_{відн} = 1$.

Отже, маємо діапазон змін для кожного уніфікованого показника ($X_{відн}$): $0 \le X_{відн} \le 1$.

Для отримання кількісних оцінок використовується методичний прийом синтезу узагальнених оцінок [5], який передумовлює ієрархічне згортання уніфікованих показників та узагальнених оцінок засобом лінійно виважених сум (табл. 2). Тобто, після переведення фізіологічних показників (X_i) в уніфіковані ($X_{відн}$) проводиться їх згортка для отримання узагальнених оцінок стану виділених систем забезпечення РП (δ) за формулами, представленими у табл. 2, з відповідними ваговими коефіцієнтами (α) для кожного уніфікованого показника ($X_{відн}$) (табл. 3). Розрахунок вагових коефіцієнтів (α) проводили методом визначення вагових коефіцієнтів [5], при якому враховується співвідношення різниці діапазону вікової норми і повного діапазону змін досліджуваних фізіологічних показників та їх кількість.

Таблиця 2

Розрахунок узагальнених оцінок та послідовність згортки

Узагальнені оцінки	Ієрархічне згортання
	уніфікованих показників ($X_{відн}$)
стану серцево-судинної системи ($\delta_{ССС}$)	$\delta_{ССС} = \alpha_1 ЧСС_{відн} + \alpha_2 САТ_{відн} + \alpha_3 ДАТ_{відн}$
стану дихальної системи ($\delta_{ДС}$)	$\delta_{ДС} = \alpha_4 ЖЕЛ_{відн} + \alpha_5 ЗДвд_{відн} + \alpha_6 ЗДвид_{відн}$
стану вестибулярної системи ($\delta_{ВС}$)	$\delta_{ВС} = \alpha_7 СБ_{відн}$
стану системи сприйняття та переробки інформації ($\delta_{ССПІ}$)	$\delta_{ССПІ} = \alpha_8 ТТ_{відн} + \alpha_9 ОКСП_{відн} + \alpha_{10} СЧ_{відн} + \alpha_{11} ОКЗП_{відн} + \alpha_{12} Ne_{відн}$
стану системи регуляції ритму серця ($\delta_{СРРС}$)	$\delta_{СРРС} = \alpha_{13} RRNN_{відн} + \alpha_{14} SDNN_{відн}$
	узагальнених оцінок стану систем
загального фізичного стану ($\Delta_{ЗФС}$)	$\Delta_{ЗФС} = \beta_1\delta_{ССС} + \beta_2\delta_{ДС} + \beta_3\delta_{ВС}$
інтелектуальної складової забезпечення РП ($\Delta_{ІСРП}$)	$\Delta_{ІСРП} = \delta_{ССПІ}$
емоційної складової забезпечення РП ($\Delta_{ЕСРП}$)	$\Delta_{ЕСРП} = \delta_{СРРС}$
	оцінок складових забезпечення РП
психофізіологічного та вегетативного забезпечення РП ($\Delta_{ПВЗРП}$)	$\Delta_{ПВЗРП} = \gamma_1\Delta_{ІСРД} + \gamma_2\Delta_{ЕСРД}$
темпу старіння ($\Delta_{ТС}$)	$\Delta_{ТС} = \Delta_{ЗФС}$
	узагальнених оцінок компонентів РП
Інтегральна оцінка забезпечення РП ($\Delta_{РП}$)	$\mathbf{\Delta_{РП} = \mu_1\Delta_{ПВЗРП} + \mu_2\Delta_{ТС}}$

Подальші узагальнені оцінки отримуються також засобом згортки узагальнених оцінок стану систем (δ) та складових забезпечення РП (Δ) за формулами, представленими у табл. 2, з відповідними ваговими ко-

ефіцієнтами (β і γ), визначеними експертним шляхом (див. табл. 3). Отже, у підсумку розраховується інтегральна оцінка забезпечення РП ($\Delta_{РП}$), відповідно до вікової групи обстежуваного, яку представляє лінійно виважена сума узагальнених оцінок компонентів $\Delta_{ПВЗРП}$ (психофізіологічне та вегетативне забезпечення РП) та $\Delta_{ТС}$ (темп старіння) з відповідними ваговими коефіцієнтами (μ_1 і μ_2), визначеними експертним шляхом (див. табл. 3): $\Delta_{РП} = 0{,}7\Delta_{ПВЗРП} + 0{,}3\Delta_{ТС.}$

Таблиця 3

Значення вагових коефіцієнтів (ВК) для уніфікованих показників ($X_{відн}$) та узагальнених оцінок (δ, Δ) при розрахунку інтегральної оцінки забезпечення РП у чоловіків (ч) та жінок (ж) різних вікових груп

Уніфіковані показники ($X_{відн}$) та узагальнені оцінки (δ, Δ)		ВК	Перший період зрілого віку: 22–35 (ч), 21–35 (ж) років	Другий період зрілого віку: 36–60 (ч), 36–55 (ж) років	Літній вік: 61–74 (ч), 56–74 (ж) років
$ЧСС_{відн}$		α_1	0,20	0,23	0,30
$САТ_{відн}$		α_2	0,43	0,43	0,33
$ДАТ_{відн}$		α_3	0,37	0,33	0,37
$ЖЕЛ_{відн}$	ч	α_4	0,29	0,15	0,17
	ж		0,22	0,20	0,25
$ЗДвд_{відн}$	ч	α_5	0,34	0,38	0,44
	ж		0,41	0,39	0,41
$ЗДвид_{відн}$	ч	α_6	0,37	0,46	0,40
	ж		0,38	0,42	0,35
$СБ_{відн}$	ч	α_7	0,28	0,34	0,38
	ж		0,32	0,34	0,34
$ТТ_{відн}$		α_8	0,36	0,34	0,26
$ОКСП_{відн}$		α_9	0,23	0,20	0,24
$СЧ_{відн}$		α_{10}	0,08	0,09	0,10
$ОКЗП_{відн}$		α_{11}	0,19	0,22	0,24
$Ne_{відн}$		α_{12}	0,15	0,15	0,15
$RRNN_{відн}$		α_{13}	0,24	0,30	0,31
$SDNN_{відн}$		α_{14}	0,47	0,33	0,26
$\delta_{ССС}$		β_1	0,60	0,60	0.60
$\delta_{ДС}$		β_2	0,25	0,25	0,25
$\delta_{ВС}$		β_3	0,15	0,15	0,15
$\Delta_{ІСРД}$		γ_1	0,65	0,65	0,65
$\Delta_{ЕСРД}$		γ_2	0,35	0,35	0,35
$\Delta_{ПЗРП}$		μ_1	0,70	0,70	0,70
$\Delta_{ТС}$		μ_2	0,30	0,30	0,30

Таким чином, інформаційна технологія оцінки забезпечення РП побудована на одному із правил синтезу кількісних оцінок з використанням єдиної кількісної шкали оцінки забезпечення РП для чоловіків та жінок різного віку: $\Delta_{РП} = 0$ (вікова норма); $0 < \Delta_{РП} \le 0{,}15$ (допустиме

відхилення від вікової норми); $0{,}15 < \Delta_{РП} \leq 0{,}29$ (критичне відхилення від вікової норми); $0{,}29 < \Delta_{РП} \leq 1$ (донозологічний стан).

Вербальне трактування отриманих інтегральних оцінок грунтується на фізіолого-вікових змінах оптимального функціонування організму людини та згідно з ергономічним підходом характеризує професійне здоров'я за наступними станами – вікова норма й відхилення від вікової норми та донозологічний стан:

— віковій нормі та допустимому відхиленню від вікової норми відповідає стан адекватної мобілізації організму людини відповідної вікової групи до умов трудової діяльності, при якому динаміка забезпечення РП потребує оптимального підвищення психофізіологічних витрат, а компенсація підвищеного нервово-психічного напруження можлива за рахунок волевих зусиль та адаптаційних резервів організму;
— критичне відхилення від вікової норми відображає початок системної відповіді на зміни функціонального стану організму людини у бік динамічного неузгодження, при якому наслідком зниження адаптаційного потенціалу організму виступає збільшення фізіологічної ціни виконуваної роботи та нестабільність психофізіологічного забезпечення РП, що потребує змін умов праці та введення засобів корекції РП (фізичні вправи, масаж комірцевої зони), при необхідності тимчасове припинення трудової діяльності (до 6–24 год.);
— донозологічний стан сприяє зниженню РП та вказує на перевагу вираженого перенапруження адаптаційних механізмів, пов'язаних із ризиком виникнення деструктивних функціональних станів, що потребує застосування диференційної медико-біологічної діагностики та заходів професійно-трудової реабілітації.

Таким чином, запропонована інформаційна технологія оцінки забезпечення РП реалізується за допомогою послідовних розрахунків, наведених у прикладах індивідуального фізіологічного обстеження осіб різних вікових груп (табл. 4).

Інтегральна оцінка забезпечення РП обстеженого Ф. відповідає допустимому відхиленню від вікової норми (див. табл. 4), при якому виявлено погіршення функції запам'ятовування на фоні тенденції зниження адаптаційного потенціалу (за показниками артеріального тиску, тривалості затримки дихання, статичного балансування), що компенсується за рахунок вікової стабілізації інших корелят забезпечення РП.

За розрахунком інтегральної оцінки забезпечення РП обстеженої О. (див. табл. 4) можна констатувати наявність донозологічного стану, пов'язаного з перенапруженням адаптаційних механізмів, який впливає на погіршення показників стану психофізіологічних функцій та збільшення фізіологічної ціни забезпечення РП. Разом з тим, виявлене відхилення за межі вікової норми відповідних показників (частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, середнього квадратичного відхилення кардіоінтервалів) свідчить про зниження стресо-стійкості серцево-судинної системи в обстеженої особи, що (на фоні погіршення функціональних резервів інших систем забезпечення РП) підвищує ризик виникнення гіпертонії та перевтоми, особливо в з умовах гіпокінезії.

Таблиця 4

Індивідуальні анкети обстеження та розрахунку інтегральної оцінки забезпечення РП в осіб різного віку

Обстежений Ф.С.В., 28 років

Фізіологічні показники, X_i

ЧСС, *хв*$^{-1}$	САТ, *мм рт. ст.*	ДАТ, *мм рт. ст.*	ЖЄЛ, *л*	ЗДвд, *с*	ЗДвид, *с*	СБ, *с*	ТТ, *кільк.*	ОКСП, *%*	СЧ, *с*	ОКЗП, *%*	*Ne, %*	*RRNN, мс*	*SDNN, мс*
77	*140*	*90*	3	87	*45*	*40*	193	*56*	5	*67*	100	740	67

Уніфіковані показники, $X_{\text{відн}}$

$ЧСС_{\text{відн}}$	$САТ_{\text{відн}}$	$ДАТ_{\text{відн}}$	$ЖЕЛ_{\text{відн}}$	$ЗДвд_{\text{відн}}$	$ЗДвид_{\text{відн}}$	$СБ_{\text{відн}}$	$ТТ_{\text{відн}}$	$ОКСП_{\text{відн}}$	$СЧ_{\text{відн}}$	$ОКЗП_{\text{відн}}$	$Ne_{\text{відн}}$	$RRNN_{\text{відн}}$	$SDNN_{\text{відн}}$
0	*0,06*	*0,1*	0	0	*0,20*	*0,32*	0	*0,24*	0	*0,12*	0	0	0

Узагальнена оцінка систем забезпечення РП

$\delta_{ССС} = 0 + 0{,}43 \cdot 0{,}06 + 0{,}37 \cdot 0{,}1 = 0{,}07$	$\delta_{ДС} = 0 + 0 + 0{,}37 \cdot 0{,}2 = 0{,}07$	$\delta_{ВС} = 0{,}28 \cdot 0{,}32 = 0{,}09$	$\delta_{ССПІ} = 0 + 0{,}23 \cdot 0{,}24 + 0 + 0{,}19 \cdot 0{,}12 + 0 = 0{,}08$	$\delta_{СРРС} = 0$

Узагальнена оцінка загального фізичного стану та складових забезпечення РП

$\Delta_{ЗФС} = 0{,}6 \cdot 0{,}07 + 0{,}25 \cdot 0{,}07 + 0{,}15 \cdot 0{,}09 = 0{,}07$	$\Delta_{ІСРП} = 0{,}08$	$\Delta_{ЕСРП} = 0$

Узагальнена оцінка компонентів РП

$\Delta_{ТС} = 0{,}07$	$\Delta_{ПВЗРП} = 0{,}65 \cdot 0{,}08 + 0 = 0{,}05$

Інтегральна оцінка забезпечення РП

$\Delta_{РП} = 0{,}7 \cdot 0{,}05 + 0{,}3 \cdot 0{,}07 = 0{,}06$

(допустиме відхилення від вікової норми)

Обстежена О.Ю.М., 53 роки

Фізіологічні показники, X_i

ЧСС, *хв*$^{-1}$	САТ, *мм рт. ст.*	ДАТ, *мм рт. ст.*	ЖЄЛ, *л*	ЗДвд, *с*	ЗДвид, *с*	СБ, *с*	ТТ, *кільк.*	ОКСП, *%*	СЧ, *с*	ОКЗП, *%*	*Ne*, *%*	*RRNN*, *мс*	*SDNN*, *мс*
90	*165*	*100*	*1,5*	*20*	*10*	*10*	*90*	*33*	*10*	*33*	90	400	*35*

Уніфіковані показники, $X_{відн}$

$ЧСС_{відн}$	$САТ_{відн}$	$ДАТ_{відн}$	$ЖЕЛ_{відн}$	$ЗДвд_{відн}$	$ЗДвид_{відн}$	$СБ_{відн}$	$ТТ_{відн}$	$ОКСП_{відн}$	$СЧ_{відн}$	$ОКЗП_{відн}$	$Ne_{відн}$	$RRNN_{відн}$	$SDNN_{відн}$
0,02	*0,17*	*0,13*	*0,42*	*0,63*	*0,61*	*0,47*	*0,70*	*0,50*	*0,29*	*0,50*	0	0	*0,29*

Узагальнена оцінка систем забезпечення РП

$\delta_{ССС} = 0{,}23 \cdot 0{,}02 + 0{,}43 \cdot 0{,}17 + 0{,}33 \cdot 0{,}13 = 0{,}12$	$\delta_{ДС} = 0{,}2 \cdot 0{,}42 + 0{,}39 \cdot 0{,}63 + 0{,}42 \cdot 0{,}61 = 0{,}56$	$\delta_{ВС} = 0{,}34 \cdot 0{,}47 = 0{,}16$	$\delta_{ССПІ} = 0{,}34 \cdot 0{,}7 + 0{,}2 \cdot 0{,}5 + 0{,}09 \cdot 0{,}29 + 0{,}22 \cdot 0{,}5 + 0 = 0{,}48$	$\delta_{СРРС} = 0 + 0{,}33 \cdot 0{,}29 = 0{,}09$

Узагальнена оцінка загального фізичного стану та складових забезпечення РП

$\Delta_{ЗФС} = 0{,}6 \cdot 0{,}12 + 0{,}25 \cdot 0{,}56 + 0{,}15 \cdot 0{,}16 = 0{,}23$	$\Delta_{ІСРД} = 0{,}48$	$\Delta_{ЕСРД} = 0{,}09$

Узагальнена оцінка компонентів РП

$\Delta_{ТС} = 0{,}23$	$\Delta_{ПВЗРП} = 0{,}65 \cdot 0{,}48 + 0{,}35 \cdot 0{,}09 = 0{,}34$

Інтегральна оцінка забезпечення РП

$\Delta_{РП} = 0{,}7 \cdot 0{,}34 + 0{,}3 \cdot 0{,}23 = 0{,}31$

(донозологічний стан)

Примітка: курсивом виділено значення показників, які не відповідають межам вікової норми.

Для практичного впровадження розробленої інформаційної технології із 345 досліджених осіб було відібрано 90 наукових співробітників та проведено аналіз результатів їх обстежень за показниками РП та за структурою розподілу питомої частки осіб за критеріями інтегральної оцінки її забезпечення в межах вікової групи (рис. 2).

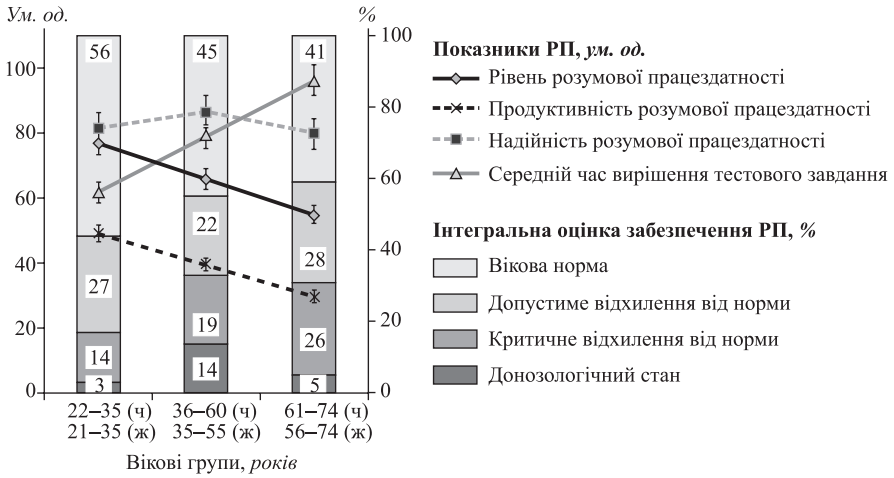

Рис. 2. Розподіл питомої частки осіб за критеріями інтегральної оцінки забезпечення РП у межах вікових групп (%) та вікові зміни значень її окремих показників (ум. од.).

Характер спадаючої тенденції зниження РП, підтверджений віковою динамікою показників її рівня у бік погіршення (див. рис. 2), безумовно, найбільш адекватно відображає вплив вікової інволюції. Однак в умовах моделювання розумового навантаження вікове зниження значень швидкісних показників переробки інформації виявлене на фоні відсутності вікової регресії показника надійності розумової діяльності (див. рис. 2). Отже, вікові зміни стану забезпечуючих систем в бік неадекватного функціонування не завжди є достовірними, що відображає компенсаторний вплив професійного досвіду та ускладнює оцінку забезпечення РП в осіб різного віку за окремими показниками ефективності діяльності та працездатності. Натомість аналіз структури розподілу питомої частки осіб (%) за критеріями інтегральної оцінки забезпечення РП (див. рис. 2) виявив віко-стажеву тенденцію зниження функціональних резервів систем забезпечення РП та підвищення психофізіологічних витрат в умовах моделювання розумового навантаження: зменшення кількості осіб із віковою нормою спостерігається на фоні змін частки обстежених з критичним відхиленням від норми у бік збільшення. Разом з тим, у групі осіб літнього віку можна констатувати зменшення частки обстежених з наявністю донозологічного стану майже в 3 рази порівняно з особами другого періоду зрілого віку, що, на наш погляд, пов'язане з професійним відбором.

Висновки

1. Запропонована інформаційна технологія будується на розрахунку інтегральної оцінки забезпечення РП в осіб різного віку і може розглядатися як спосіб діагностики донозологічних станів людини в умовах розумової діяльності та надає можливості своєчасного застосування засобів професійно-трудової реабілітації.
2. Реалізація розробленої інформаційної технології оцінки забезпечення РП в осіб різного віку дозволяє отримати дані про вплив вікової інволюції на забезпечення РП в осіб різних професійних груп, що може мати фізіолого-гігієнічне та соціально-економічне значення, оскільки сприятиме вирішенню проблеми діагностики прискореного професійного старіння та дозволятиме отримати прогностичну оцінку професійного здоров'я осіб розумової праці для зовнішнього управління професійною діяльністю, пов'язаного з оптимізацією трудової діяльності.

Список використаної літератури

1. *Белозерова Л. М.* Работоспособность и возраст. — Пермь, 2001. — 328 с.
2. *Бузунов В. А.* Производственные факторы и возрастная работоспособность. — Киев: Здоров'я, 1991. — 160 с.
3. *Войтенко В. П., Токарь А. В., Полюхов А. М.* Методы определения биологического возраста человека // Геронтология и гериатрия. — Киев: Ин-т геронтологии, 1984. — С. 133–137.
4. *Горго Ю. П.* Функціональні робочі стани людини та їх систематизація // Фізіол. журн. — 2002. — **48**, № 2. — С. 119–120.
5. *Грищенко В. І., Котова А. Б., Вовк М. І.* та ін. Інформаційні технології в біології та медицині: Курс лекцій. — К.: Наук. думка, 2007. — 382 с.
6. *Єна Т. А.* Гігієнічна і психофізіологічна оцінка професійної діяльності диспетчерів енергосистем // Укр. журн. з пробл. мед. праці. — 2008. — № 1. — С. 13–19.
7. *Коркушко О. В., Шатило В. Б., Ищук В. А.* и др. Инсулинорезистентность как фактор ускоренного старения организма // Пробл. старения и долголетия. — 2012. — **21**, № 3. — С. 357–367.
8. *Коробейников Г. В.* Психофизиологические механизмы умственной деятельности человека. — Киев: Укр. фітосоціологічн. центр, 2002. — 123 с.
9. *Лизогуб В. С.* Функциональная подвижность нервных процессов у лиц зрелого и пожилого возраста // Пробл. старения и долголетия. — 1998. — **7**, № 4. — С. 355–360.
10. *Магльований А., Белов В. М., Котова А. Б.* Організм і особистість. Діагностика та керування. — Львів: Медична газета України, 1998. — 250 с.
11. *Макаренко Н. В.* Психофизиологические функции человека и операторский труд. — К.: Наук. думка, 1991. — 216 с.
12. *Маньковский Н. Б., Карабань И. Н., Бачинская Н. Ю.* Функциональная активность головного мозга при старении: электроэнцефалографические, экспериментально-психологические исследования // Пробл. старения и долголетия. — 1991. — **1**, № 1. — С. 36–42.
13. *Медведев В. И., Леонова А. Б.* Функциональное состояние человека // Физиология трудовой деятельности. — СПб., 1993. — С. 25–65.
14. *Навакатікян А. О., Крижанівська В. В., Кальниш В. В.* Фізіологія і гігієна розумової праці. — К.: Здоров'я, 1987. — 152 с.

15. *Решетюк А. Л., Буров А. Ю., Поляков А. А.* и др. Автоматизация эксперимента во время психофизиологических исследований в физиологии труда: Метод. рекомендации. — Киев: МЗ Украины, 1993. — 11 с.
16. *Решетюк А. Л., Поляков А. А., Коробейніков Г. В.* та ін. Спосіб визначення функціонального віку організму людини // Патент № 14734, Україна, МПК A61 B5/02/. Інститут геронтології АМН України. — Опубл. 2005.03.15.
17. *Трахтенберг И. М., Поляков А. А.* Очерки физиологии и гигиены труда пожилого человека. — Киев: Авиценна, 2007. — 272 с.
18. *Фролькис В. В.* Старение и витаукт, адаптация и дизадаптация // Геронтология и гериатрия. — Киев: Ин-т геронтологии, 1981. — С. 5—15.
19. *Харковлюк Н. В., Коробейников Г. В., Федько Г. П.* Особенности переходных процессов регуляции ритма сердца при умственной деятельности у лиц разного возраста // Пробл. старения и долголетия. — 2000. — **9**, № 2. — С. 117—122.
20. *Харковлюк-Балакіна Н. В., Горго Ю. П.* Інформаційний підхід до психофізіологічної діагностики професійної адаптації людини в природних та екстремальних умовах працедіяльності // Ученые записки Таврического нац. Ун-та им. В. И. Вернадского. Серия "Биология, химия". — 2011. — **24**, № 4. — С. 332—341.
21. *Чайченко Г. М., Томилина Л. И.* Психофизиологический рейтинг как показатель эффективности умственной деятельности // Физиология человека. — 1995. — **21**, № 2. — С. 30—36.
22. *Ball K., Edwards J. D., Ross L. A.* Cognitive Interventions and Aging // J. Gerontology: SERIES B. — 2007. — **62**. — P. 19—31.
23. *Bashkireva A., Khavinson V.* Influence of biological age on professional efficiency: Communication I. Biological age and mental efficiency // Biomed. Life Scie., Human Physiology. — 2001. — **27**, № 3. — P. 353—359.
24. *Bashore T. R., Van Der Molen M. W., Ridderinkhof K. R.* Mental resources: Intensive and selective aspects // Biol. Psychology. — 1997. — **45**, № 1—3. — P. 263—282.
25. *Busse A., Bischkopf J., Riedel-Heller S. D.* Mild cognitive impairment: prevalance and incidence according to different diagnostic criteria: Results of the Leipzig longitudinal study of the aged // Br. J. Psychiatry. — 2003. — **182**. — P. 449—454.
26. *Kharkovlyuk-Balakina N.* Psychophysiological estimation of providing the mental capacity for people at different age // Int. J. Psychophysiology. — 2010. — **77**, № 3. — P. 262.
27. *Levy R.* Aging-associated cognitive decline // Int. Psychogeriatrics. — 1994. — **16**. — P. 129—140.
28. *McCraty R., Atkinson M., Tomasino D., Bradley R. T.* The coherent heart: Heart-brain interactions, psychophysiological coherence, and the emergence of system — Wide order. — 2004. [Електр. ресурс]. — Режим доступу: http://store.heartmath.org/seientific-monographs/cogerent-heart
29. *Richards M., Touchon J., Ledersert B.* et al. Cognitive decline and aging: Are AAMI and AACD distinct entities? // Int. J. Geriatric Psychiatry. — 1999. — **14**. — P. 534—540.
30. *Whalley L. J., Deary I. J., Appleton C. L., Starr J. M.* Cognitive reserve and the neurobiology of cognitive aging // Aging Research Reviews. — 2004. — **3**. — P. 369—382.

Надійшла 1.08.2013

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УМСТВЕННОЙ РАБОТОСПОСОБНОСТИ У ЛИЦ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Н. В. Харковлюк-Балакина

Государственное учреждение "Институт геронтологии им. Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины", 04114 Киев

Проведена психофизиологическая диагностика профессиональной трудоспособности и темпа старения 345 людей разных видов умственного труда возрастом 21—74 года. Принципиальные различия предложенного в работе информационного подхода к анализу результатов исследований заключаются в применении методов информационных технологий для интегральной оценки влияния возрастной инволюции на работоспособность человека в условиях умственного напряжения. Разработана информационная технология оценки обеспечения умственной работоспособности для лиц разных возрастных групп, которая позволяет получить новые данные о наличии донозологичних состояний человека в условиях умственного утомления и предоставляет возможности своевременного применения средств профессионально-трудовой реабилитации.

INFORMATION TECHNOLOGY OF EVALUATION OF PROVISION OF MENTAL CAPACITY IN PERSONS OF VARIOUS AGE

N. V. Kharkovliuk-Balakina

State Institution "D. F. Chebotarev Institute of Gerontology NAMS Ukraine", 04114 Kyiv

Psychophysiological diagnosis of employability and the rate of aging of 345 persons of different types of knowledge aged 21—74 years revealed principal differences in the proposed information approach to the analysis of research results to include the use of methods of information technologies for integrated assessment of age involution on human performance in cognitive load. Developed was the information technology of assessment of provision of mental capacity for people of different age groups, which would provide new scientific data on the presence of prenosological states in mental fatigue and offer opportunities for timely application of vocational rehabilitation.

Відомості про автора

Н. В. Харковлюк-Балакіна — н.с. лабораторії епігенетики (kbalakine@hotbox.ru)