

ІНТЕРАКТИВНА СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ОСІБ ПРАЦЕЗДАТНОГО ВІКУ

Харковлюк-Балакіна Н. В., к.б.н.

natabalakina74@meta.ua

ДУ "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова
НАМН України"

Горго Ю. П., професор, д.б.н.

yugorgo@ukr.net

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
м. Київ, Україна

Реферат – За даними демографічного прогнозу ООН частка людей віком понад 60 років буде збільшена до 2 млрд., ця тенденція розрахована на 2050 р. Отже, однією із актуальних проблем суспільства на сьогодні виступає тенденція росту людей старшого віку у загальній структурі населення. Даний аспект є характерним на тлі підвищення кваліфікаційних вимог до працівників та ускладнення виробництва. Водночас, зберігається попит на робочі вакансії, що свідчить про їх затребуваність. Дані центру зайнятості вказують на актуальність профорієнтації серед 35 % працездатного населення нашої країни. Основними формами її організації виступають навчання й перекваліфікація. Таким чином, у сучасних умовах регулювання ринку праці без системного вирішення проблеми збереження трудового потенціалу людей працездатного віку не можливо розв'язати дане протиріччя. Розроблено інтерактивну систему діагностики функціональних можливостей осіб працездатного віку, які в умовах інтенсифікації діяльності людини визначають рівень її здоров'я і працездатності. Отримана оцінка потенційної працездатності фахівця базується на ергономічному підході з урахуванням потреби у диференціації засобів корекції. Моніторинг і оцінка функціональних можливостей осіб працездатного віку розглядається у контексті реалізації Стратегії державної політики, яка орієнтована на вирішення стратегічних питань здорового та активного довголіття населення. В основу такого підходу покладено системне вивчення чинників (зовнішніх та внутрішніх), які своєю сукупною дією визначають специфіку засобів профілактики прискореного професійного старіння. Представлена розробка може розглядатися як моніторингова технологія контролю стану "професійного здоров'я" оскільки дозволяє здійснювати поліпараметричний аналіз динаміки функціонального стану людини та донозологічну діагностику стану фахівця, щоб у разі потреби запровадити відновлювальні, профілактичні або медичні заходи.

Ключові слова: контроль "професійного здоров'я", спосіб оцінки потенційної працездатності фахівця, інформаційна технологія оцінки та корекції працездатності, оптимізація трудової діяльності, профілактика прискореного професійного старіння

I. ВСТУП

Рядом наукових досліджень було встановлено, що припинення трудової діяльності у зв'язку з настанням пенсійного віку у більше ніж 55 % професійно активних осіб викликало деструктивні наслідки у стані здоров'я [12]. Водночас, психофізіологічний потенціал фахівця пов'язаний із професійним старінням. Збільшення фізіологічної "ціни" забезпечення працездатності в умовах вікової інволюції висуває до здоров'я фахівців підвищені вимоги. Здатність працівників старшого віку підтримувати надійність професійних функцій відображає кваліфікаційний потенціал та розглядається як показник професіоналізму.

Наразі, за геронтологічними даними з віком збільшується ризик виникнення та поширення

вікоасоційованих хвороб, серед яких головними патологіями виступають серцево-судинні захворювання, сахарний діабет та хронічні захворювання опорно-рухового апарату, тощо. Цей фізіологічний механізм охоплює усі три статуси особистості працівника (фізичний, психічний, соціальний) та впливає на здатність фахівця до ефективної професійної діяльності.

Отже, зовнішнє управління трудовим процесом орієнтоване на збереження трудового потенціалу фахівця впродовж професійного шляху. У цьому контексті не вирішеною залишається проблема виявлення деструктивних функціональних станів для їх профілактики та своєчасного застосування заходів збереження "професійного здоров'я" фахівця в умовах нервово-емоційних навантажень. Незважаючи на значні

напрацювання, створення моніторингових технологій діагностики та оцінки функціональних можливостей працівників різного віку є актуальним науковим напрямком.

II. МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи було розробити інтерактивну систему діагностики функціональних можливостей осіб працездатного віку, які в умовах інтенсифікації діяльності людини визначають рівень її здоров'я і працездатності.

III. МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД ДО ОПТИМІЗАЦІЇ ЗОВНІШНЬОГО УПРАВЛІННЯ ТРУДОВИМ ПРОЦЕСОМ ОСІБ ПРАЦЕЗДАТНОГО ВІКУ

У процесі системної трансформації економіки України розв'язання проблеми професійного довголіття базується на двох магістральних напрямках: забезпечення раціонального працевлаштування та стимулювання зайнятості кваліфікованих працівників. Моніторинг, оцінка та корекція "професійного здоров'я" фахівця виступають пріоритетними напрямками наукових досліджень.

У роботі було застосовано методологічний підхід, згідно якого моніторинг і оцінка функціональних можливостей осіб працездатного віку розглядається у контексті реалізації концепції державної політики з питань збереження трудового потенціалу на всіх етапах професійної біографії людини. В основу такого підходу покладено системне вивчення чинників (зовнішніх та внутрішніх), які своєю сукупною дією визначають специфіку поліпараметричних методів донозологічної діагностики.

З точки зору діагностики, поняття функціональні можливості відображає комплекс морфо-функціональних особливостей організму, задатків, сформованих вмінь та навичок, стану здоров'я, що дозволяє виконувати професійні функції із заданими кількісними і якісними параметрами. Існуючі приховані економічні втрати, пов'язані із рівнем "професійного здоров'я" та функціональним станом (ФС) працівника, слугували базисною основою для обґрунтування структури та змісту предмету досліджень [12]. Використовуючи засоби корекції ФС організму можна керувати процесом оптимізації трудової діяльності

фахівця в умовах впливів робочого середовища. Зворотним зв'язком є механізм адаптації. При цьому, видимим зворотним зв'язком виступає ефективність професійної діяльності, виробка навичок трудової діяльності. Невидимим позитивним зворотним зв'язком є зменшення ступеня напруження регуляторних механізмів та підвищення рівня функціонування організму в умовах впливів умов професійної діяльності, що викликають у людини перенапругу, стомлення, зниження уваги і т. д..

Для визначення ФС людини виділяють різні підходи, в залежності від наукових завдань. Комплексний підхід передбачає інтегральну оцінку параметрів ФС, як системної відповіді організму на зовнішні умови, зокрема трудової діяльності. Однак даний підхід є позбавленим змістовної характеристики, найбільш значущої для розуміння суті ФС [11], [13]. Однак, у фізіології праці для моніторингу та оцінки ФС фахівця в умовах трудової діяльності ключовими вважаються параметри, що відображають три функціональні якісно відмінні стани організму: нормальний, граничний (між нормою та патологією) та патологічний [11]. Такі ФС організму можуть проявлятися при різних видах як фізичної, так і розумової діяльності. Вони слугують критерієм для встановлення категорії важкості праці, а також дозволяють диференційоване обґрунтування системи оптимізації трудової діяльності фахівця. Слід зауважити, що у процесі трудової діяльності у людини може сформуватися лише один з трьох вищевказаних функціональних станів [11].

Наразі, працездатність людини, зокрема в природних або штучно створених умовах трудової діяльності, лімітується динамікою функціонального "робочого" стану, природно пов'язаного із впливом різноманітних екзо- та ендогенних факторів (Ю. П. Горго, 2007) [5]. Оскільки рівень працездатності людини, від якого залежить ефективність забезпечення професійної діяльності, лінійно не відображають параметри зміни функціональних "робочих" станів людини, пошук прийомів об'єктивної оцінки фізіологічних корелят працездатності фахівця в умовах професійної діяльності, залишається однією з актуальних задач у фізіології праці.

Функціональні можливості, як здатність людини виконати ту чи іншу роботу з

урахуванням її кваліфікаційного потенціалу, виступають однією із складових корелят працездатність фахівця (рис. 1). Цей термін поєднує експертів різних галузей наук [1], [2], [4], [7], [8]. Корелятами працездатності фахівця, що визначають надійність і продуктивність виконуваної роботи, також виступають психофізіологічний потенціал та темп старіння людини (рис. 1).

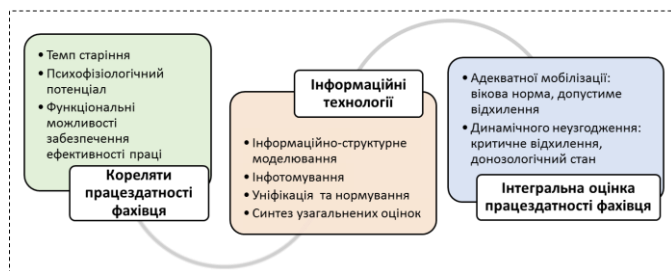


Рис. 1. Схема усвідомленого упорядкування інформації про об'єкт дослідження [12].

Для інтегральної оцінки потенційної працездатності фахівця було використано інформаційний підхід та технології, запропоновані авторами В. І. Гриценко, А. Б. Котова, М. І. Вовк, С. І. Кіфоренко, В. М. Белов [3]: метод інформаційно-структурного моделювання, метод інфотомування, метод уніфікованого нормування, метод побудови узагальнених оцінок.

Згідно ергономічного підходу інформаційна структура потенційної працездатності фахівця може включати оцінку результатів професійної діяльності відповідно до критерію адекватності виконуваної трудової діяльності. Даний підхід базується на інтегральних параметрах та визначає наступні ФС людини: стан адекватної мобілізації і стан динамічного узгодження оскільки біологічні системи управління організмом людини відзначаються високим рівнем надійності та механізмами адаптації до зовнішнього середовища. Стан адекватної мобілізації характеризує оптимальний рівень працездатності в умовах забезпечення ефективності праці. Стан динамічного узгодження (зокрема реактивні донозологічні або патологічні стани) відображає системну відповідь організму в умовах підвищення фізіологічної ціни забезпечення професійних функцій, що впливає на зниження ефективності професійної діяльності. Даний ФС пов'язаний із підвищенням ступеня напруження регуляторних

систем та збільшення витрат енергетичних ресурсів організму фахівця [12].

Подібний спосіб оцінки ФС безумовно надійний при вирішенні завдань збереження працездатності та прогнозування деструктивних станів.

IV. РОЗРОБКА ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МОНІТОРИНГОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ ПОТЕНЦІЙНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ФАХІВЦІВ

Згідно методології інформаційних технологій, яка ґрунтується на триаді "дані – інформація – знання" [11], було побудовано інформаційно-структурну модель оцінки потенційної працездатності фахівця, на основі якої було розроблено інтерактивну систему діагностики функціональних можливостей осіб працездатного віку (рис. 2).

Ієрархічний розподіл на чотири рівні, згідно методу інфотомування, запропонованого авторами В. І. Гриценко, А. Б. Котова (2007) [3], проводили евристичним шляхом (рис. 2). Даний метод дозволяє відобразити диференційовану за рівнями ієрархії інформацію, яку не можливо отримати безпосередньо при вимірюванні фізіологічних параметрів [3].

Формування інтегральної оцінки потенційної працездатності фахівця відбувалося шляхом ієрархічної структуризації оцінок наступних фізіологічних компонентів її забезпечення (четвертий рівень структури): психофізіологічне забезпечення працездатності (ПЗП) та темп старіння (ТС) людини.

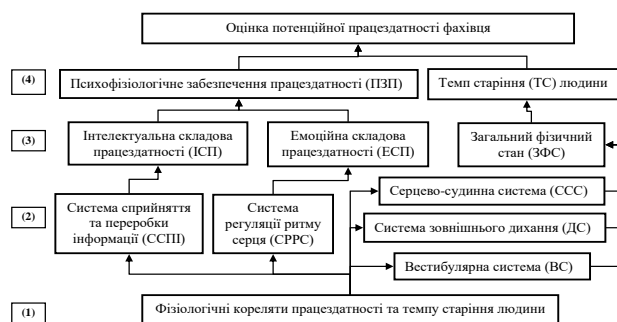


Рис. 2. Інформаційно-структурна модель оцінки потенційної працездатності (ПП) фахівця (1, 2, 3, 4 – рівні ієрархії) [13].

Інтелектуальна складова працездатності (ІСП), емоційна складова працездатності (ЕСП) та загальний фізичний стан (ЗФС) організму були відображені на третьому рівні

інформаційної структури. За результатами аналізу лонгітудинальних досліджень ряду авторів (McCraty R., Atkinson M., Tomasino D., Bradley R. T., 2004), присвячених фундаментальній концепції узгодженості різних ФС із серцевим ритмом, на другому рівні інформаційної структури були відокремлені узагальнені оцінки стану функціональних (фізіологічних) систем: системи сприйняття та переробки інформації (ССП), системи регуляції ритму серця (СРРС), серцево-судинної системи (ССС), системи зовнішнього дихання (ДС) та вестибулярної системи (ВС) (рис. 2). На першому рівні інформаційної структури розташовані фізіологічні кореляти працездатності та темпу старіння людини, з яких сформовані узагальнені оцінки стану систем (другий рівень): ЧСС, хв^{-1} (частота серцевих скорочень у спокої); САТ, мм рт. ст. (систоличний артеріальний тиск); ДАТ, мм рт. ст. (діастолічний артеріальний тиск); ЖЄЛ, л (життєва ємність легенів); ЗДвд, с (тривалість затримки дихання на вдиху); ЗДвид, с (тривалість затримки дихання на видиху); СБ, с (статичне балансування); ТТ, кількість рухів (загальна кількість рухів кісті за 30 с при проведенні тепінг-тесту, за яким оцінюється витривалість нервової системи); ОКЗП, % (обсяг короточасної зорової пам'яті – кількість відтворених цифр із таблиці з дванадцятьма випадковими числами від 11 до 99, які протягом 30 с необхідно запам'ятати, переведена у відсотки); СЧ, с (помилка сприйняття часового інтервалу 30 с); ОКСП, % (обсяг короточасної слухової пам'яті – кількість цифр, відтворених у зворотному порядку, із дев'яти запропонованих символів при вербальному завданні, переведені у відсотки); N_e , % (надійність уваги – розраховується як результат співвідношення кількості правильно виконаних завдань на увагу до загальної кількості завдань, помножений на 100 %); $RRNN$, мс (середня тривалість кардіоінтервалів); $SDNN$, мс (середнє квадратичне відхилення кардіоінтервалів). Таким чином, обґрунтування вибору параметрів оцінки потенційної працездатності людини базувалося на наукових даних фундаментальних фізіологічних досліджень. Будова

ієрархічної структури інформаційно-структурної моделі оцінки потенційної працездатності людини проводилася з використанням інформаційних технологій. Слід зауважити, що вибір фізіологічних корелят працездатності й темпу старіння людини та засоби їх оцінки також були обумовлені незалежністю від певних автоматизованих методик вимірювання. [11], [12], [13].

Для розвитку інформаційних технологій характерним є впровадження сучасних методів та засобів аналізу та синтезу отриманих наукових даних на основі яких можна не тільки усвідомлювати та представляти вже відомі наукові висновки, а ще й отримувати нову інформацію про об'єкт дослідження. Для диференціювання функціональних робочих станів у діапазоні адекватної мобілізації та динамічного неузгодження було використано метод уніфікації та нормування різноякісної інформації.

Слід відзначити перевагу використання прийому інтелектуалізації, для переведення фізіологічних параметрів у відносну форму, що дає змогу порівняти показники з різними розмірностями між собою та оцінити стан досліджуваних систем за відповідними параметрами з урахуванням положення кожного фізіологічного показника на шкалі його змін в межах діапазону норми та повного діапазону змін.

Згідно методу уніфікації та нормування різноякісної інформації для переведення фізіологічних параметрів (X) у відносну форму ($X_{\text{відн}}$) необхідно визначити для кожного фізіологічного показника (X) граничних меж повного діапазону його змін ($X_{\text{max}} - X_{\text{min}}$) та межі змін норми ($X^{\text{H}}_{\text{max}} - X^{\text{H}}_{\text{min}}$) [3]. Оскільки розробка інтерактивної системи контролю стану "професійного здоров'я" розрахована на фахівців працездатного віку, відповідно за норму прийнято визначати межі вікової норми, відповідно до вікової групи: перший період зрілого віку, другий період зрілого віку, літній вік. Визначення кожного з граничних параметрів (X_{max}), (X_{min}), ($X^{\text{H}}_{\text{max}}$), ($X^{\text{H}}_{\text{min}}$) було проведено експертним шляхом за аналізом

результатів проведеної психофізіологічної діагностики осіб різного віку або за даними літератури (рис. 3).

Фізіологічний показник, X	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 _{min}	X _{max}	X _{min}	X _{max}	X _{min}	X _{max}
ЧСС, хв. ⁻¹	12	290	50	85	55	90	55	95
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	2,8	7	1,8	7
ЖЄЛ, л (ж)	0,5	7,0	2,7	7	2,2	7	1,6	7
ЗДвл, с (ч)	15	180	85	180	58	180	32	180
ЗДвл, с (ж)	15	180	55	180	38	180	22	180
ЗДвд, с (ч)	5	100	55	100	38	100	18	100
ЗДвд, с (ж)	5	100	45	100	28	100	16	100
СБ, с (ч)	1	180	58	180	30	180	15	180
СБ, с (ж)	1	180	38	180	28	180	10	180
ТТ, кількість рухів	30	220	180	220	160	220	120	220
ОКСП, %	0	100	83	100	67	100	50	100
СЧ, с	0	60	0	5	0	8	0	10
ОКЗП, %	0	100	83	100	58	100	33	100
Ne, %	0	100	95	100	85	100	80	100
RRNN, мс	100	1200	300	700	400	750	350	800
SDNN, мс	10	150	55	90	45	85	35	80

Рис. 3. Граничні межі діапазону вікової норми (Xⁿ_{max}, Xⁿ_{min}) й повного діапазону змін (X_{max}, X_{min}) фізіологічних параметрів (X) оцінки потенційної працездатності для чоловіків (ч) та жінок (ж) різних вікових груп.

Отже, усі досліджувані фізіологічні (інформативні) кореляти (X), представлені на першому рівні інформаційно-структурної моделі оцінки потенційної працездатності фахівця, були уніфіковані, тобто переведені в інформаційні (X_{відн}), відповідно до вікової групи людини, у єдиному діапазоні змін для кожного кожного уніфікованого показника: 0 ≤ X_{відн} ≤ 1 (рис. 3).

Уніфікація та нормування різноякісної інформації відбувається за наступними умовами:

коли Xⁿ_{min} ≤ X_i ≤ Xⁿ_{max}, то X_{відн} = 0,

коли Xⁿ_{max} ≤ X_i ≤ X_{max}, або X_{min} = Xⁿ_{min}, то X_{відн} = X_i - Xⁿ_{max} / X_{max} - Xⁿ_{max},

коли X_{min} ≤ X_i ≤ Xⁿ_{min}, або X_{max} = Xⁿ_{max}, то X_{відн} = Xⁿ_{min} - X_i / Xⁿ_{min} - X_{min}.

Наступний крок – синтез узагальнених оцінок – методичний прийом ієрархічного згортання уніфікованих показників та узагальнених оцінок. На рисунку 4 представлено принцип уніфікації і нормування різноякісної інформації та послідовність дій синтезу узагальнених оцінок.

Синтез узагальнених оцінок	Отримані узагальнені оцінки
<i>Ієрархічне згортання уніфікованих показників (X_{відн})</i>	
δ _{ССС} = α ₁ ЧСС _{відн} + α ₂ САТ _{відн} + α ₃ ДАТ _{відн}	Узагальнена оцінка стану серцево-судинної системи (δ _{ССС})
δ _{ДС} = α ₄ ЖЄЛ _{відн} ч + α ₅ ЗДвл _{відн} ч + α ₆ ЗДвд _{відн} ч δ _{ДС} ж = α ₄ ЖЄЛ _{відн} ж + α ₅ ЗДвл _{відн} ж + α ₆ ЗДвд _{відн} ж	Узагальнена оцінка стану дихальної системи (δ _{ДС})
δ _{ВС} ч = α ₇ СБ _{відн} ч + α ₈ ТТ _{відн} ч + α ₉ ОКСП _{відн} ч δ _{ВС} ж = α ₇ СБ _{відн} ж + α ₈ ТТ _{відн} ж + α ₉ ОКСП _{відн} ж	Узагальнена оцінка стану вестибулярної системи (δ _{ВС})
δ _{СП} = α ₁₀ СЧ _{відн} + α ₁₁ ОКЗП _{відн} + α ₁₂ Ne _{відн}	Узагальнена оцінка стану системи сприйняття та переробки інформації (δ _{СП})
δ _{СРРС} = α ₁₃ RRNN _{відн} + α ₁₄ SDNN _{відн}	Узагальнена оцінка стану системи регуляції ритму серця (δ _{СРРС})
<i>Ієрархічне згортання узагальнених оцінок стану систем забезпечення працездатності фахівця</i>	
Δ _{ФС} = β ₁ δ _{ССС} + β ₂ δ _{ДС} + β ₃ δ _{ВС}	Узагальнена оцінка загального фізичного стану (Δ _{ФС})
Δ _{СП} = δ _{СП}	Узагальнена оцінка інтелектуальної складової працездатності (Δ _{СП})
Δ _{ЕСП} = δ _{СРРС}	Узагальнена оцінка емоційної складової працездатності (Δ _{ЕСП})
<i>Ієрархічне згортання узагальнених оцінок складових забезпечення працездатності фахівця</i>	
Δ _{ПЗ} = γ ₁ Δ _{ФС} + γ ₂ Δ _{СП}	Узагальнена оцінка психофізіологічного забезпечення працездатності (Δ _{ПЗ})
Δ _{ТС} = Δ _{ФС}	Узагальнена оцінка темпу старіння людини (Δ _{ТС})
<i>Ієрархічне згортання узагальнених оцінок фізіологічних компонентів працездатності фахівця</i>	
Δ _{ПП} = μ ₁ Δ _{ПЗ} + μ ₂ Δ _{ТС}	Оцінка потенційної працездатності фахівця (Δ _{ПП})

Рис. 4. Розрахунок узагальнених оцінок та послідовність згортки для отримання оцінки потенційної працездатності фахівця (ПП) (ЧСС_{відн}, САТ_{відн}, ДАТ_{відн}, ЖЄЛ_{відн}, ЗД_{відн}, ЗДвд_{відн}, СБ_{відн}, ТТ_{відн}, ОКЗП_{відн}, СЧ_{відн}, ОКСП_{відн}, Ne_{відн}, RRNN_{відн}, SDNN_{відн} – уніфіковані показники; α, β, γ, μ – вагові коефіцієнти) [11].

Для визначення вагових коефіцієнтів для різних вікових груп (рис. 5) було застосовано аналіз отриманих результатів психофізіологічної діагностики професійної працездатності фахівців різного віку або значення було отримано за даними літератури.

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
ЖЄЛ _{відн} ч	α ₄	0,29	0,15	0,17
ЖЄЛ _{відн} ж	α ₄	0,22	0,20	0,25
ЗДвл _{відн} ч	α ₅	0,34	0,38	0,44
ЗДвл _{відн} ж	α ₅	0,41	0,39	0,41
ЗДвд _{відн} ч	α ₆	0,37	0,46	0,40
ЗДвд _{відн} ж	α ₆	0,38	0,42	0,35
СБ _{відн} ч	α ₇	0,28	0,34	0,38
СБ _{відн} ж	α ₇	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
δ _{ССС}	β ₁	0,60	0,60	0,60
δ _{ДС}	β ₂	0,25	0,25	0,25
δ _{ВС}	β ₃	0,15	0,15	0,15
Δ _{ФС}	γ ₁	0,65	0,65	0,65
Δ _{СП}	γ ₂	0,35	0,35	0,35
Δ _{ПЗ}	μ ₁	0,70	0,70	0,70
Δ _{ТС}	μ ₂	0,30	0,30	0,30

Рис. 5. Вагові коефіцієнти (ВК) для уніфікованих показників (X_{відн}) та узагальнених оцінок (δ, Δ) при розрахунку потенційної працездатності фахівців (Δ_{ПП}) чоловіків (ч) та жінок (ж) різних вікових груп [11].

У підсумку отримується інформаційна оцінка потенційної працездатності фахівця ($\Delta_{пп}$) у діапазоні від 0 до 1, розрахована відповідно до вікової групи обстежуваного, яка ґрунтується на фізіолого-вікових змінах функціонування організму людини:

$\Delta_{пп} = 0$ (вікова норма) – нормальний функціональний стан;

$0 < \Delta_{пп} \leq 0,15$ (допустиме відхилення від вікової норми) – нормальний функціональний стан;

$0,15 < \Delta_{пп} \leq 0,69$ (критичне відхилення від вікової норми) – граничний функціональний стан;

$0,69 < \Delta_{пп} \leq 1$ (донозологічний стан) – патологічний функціональний стан [12].

Інформаційна оцінка потенційної працездатності, отримана за підсумком розрахунків, відповідає наступними функціональним станам обстежуваного: "адекватної мобілізації" (нормальний та граничний) та "динамічного неузгодження" (патологічний) [12]. ФС критичне відхилення від вікової норми відповідає діапазону значень $0,15 < \Delta_{пп} \leq 0,69$ та вказує на зростання фізіологічної "ціни" забезпечення працездатності. Даний ФС стан потребує змін умов праці та застосування корекції працездатності (засобів відновлення, зокрема фізичні вправи, масаж комірцевої зони тощо) оскільки свідчить про розлад у роботі механізмів адаптації, при необхідності тимчасове припинення трудової діяльності (до 6 – 24 год.). Інформаційна оцінка потенційної працездатності у діапазоні $0,69 < \Delta_{пп} \leq 1$ відображає наявність деструктивного ФС (донозологічний стан), який призводить до збільшення затрат резервних енергетичних ресурсів та порушення системних функцій організму, зокрема загострення нейрофізіологічного конфлікту між функціональними системами організму. Виражене перенапруження адаптаційних механізмів вказує на ризик виникнення патологічних функціональних змін, що потребує застосування професійно-трудова реабілітації, зокрема вікової реабілітації [11].

Слід відмітити, що фізіологічне обґрунтування професійно-трудова реабілітації орієнтоване на збереження професійної працездатності людини у старшому віці. Її стратегія повинна полягати у розробці, по-

перше, впливів, які уповільнюють темп старіння, розвиток вікової патології і, по-друге, засобів, які підвищують вже наявний низький рівень працездатності. У глобальному плані проблема трудової реабілітації зливається з проблемою збільшення тривалості життя [12].

Таким чином, розроблена інтерактивна система діагностики функціональних можливостей осіб працездатного віку імплементує сучасні інформаційні технології. Використання ряду методичних прийомів дозволило вирішити завдання по розробці моніторингової технології оцінки потенційної працездатності фахівця.

Принципові відмінності запропонованого у роботі інформаційного підходу полягають у розробці алгоритму оптимізації професійної діяльності фахівців різного віку (рис. 6), який орієнтований на системне вирішення проблеми зберігання трудової активності працівників, зокрема осіб пенсійного віку.

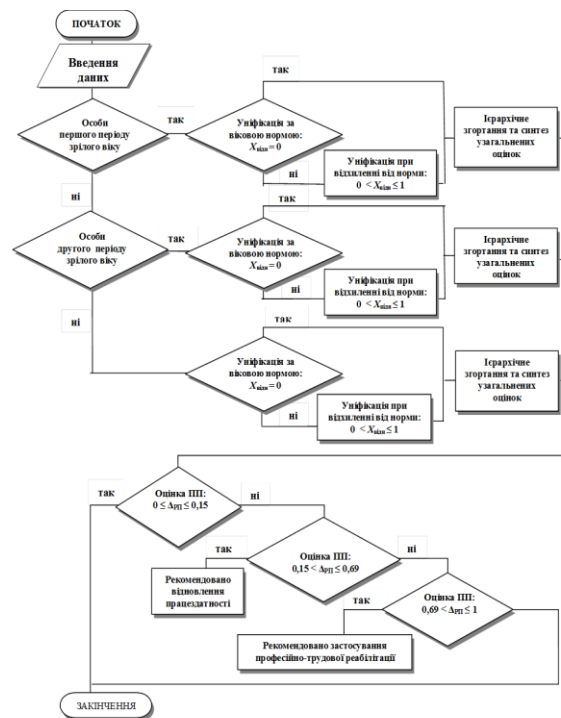


Рис. 6. Алгоритм оптимізації професійної діяльності фахівців різного віку [11].

Ключовим принципом виступає корекція як канал зворотного зв'язку [6]. Засобами виступають "коригуючі" навантаження у режимі робочого дня, з доведеним тренувальним ефектом та відповідною величиною, які підвищують адаптаційний потенціал людини та відновлюють працездатність. [12].

Слід відмітити, що в умовах професійної діяльності під величиною навантаження на фахівця розуміють кількісну міру впливу на організм (обсяг та інтенсивність). "Зовнішнє" навантаження характеризується як професійне (розумове), тобто умови трудової діяльності або "коригуюче" (фізичне), тобто відновлювальне. "Внутрішнє" або фізіологічне навантаження є мірою мобілізації функціональних можливостей організму під час професійної (або тренувальної) діяльності і враховується за такими показниками, як використання кисню, кисневий борг, частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, тощо [12]. З точки зору управління "зовнішнє" навантаження характеризується прямим зв'язком, який носить видимий характер. "Внутрішнє" навантаження характеризується зворотним зв'язком і проявляється як видима частина – параметри ефективності виконання професійних функцій і невидима частина – реакція внутрішнього середовища організму людини [12].

За результатами діагностики функціонального стану кардіо-респіраторної системи та опорно-рухового апарату визначається ефективність коригуючих впливів як каналів зворотного зв'язку. Обсяг та інтенсивність "коригуючих" навантажень визначають в залежності від вихідного стану організму (рівня функціонування та функціональних резервів), тобто використовуючи індивідуальний піхід.

Приклад розрахунку оцінки потенційної розумової працездатності (РП) фахівця наведено на рисунку 7 та рисунку 8 (показники, які не відповідають межах вікової норми, виділено курсивом).

Фізіологічні показники, X ₁													
ЧСС, шт'	САТ, мм рт.ст	ДАТ, мм рт.ст	ЖСЛ, л	ЗВдв, с	ЗВдв, с	СВ, с	ТТ, мінс	ОКНЛ, %	СЧ, с	ОКНЛ, %	№, %	RRV, мс	SDV, мс
77	140	90	3	87	45	59;58;40	193	56	5	67	100	740	67
Уніфіковані показники, X ₂													
ЧСС _н	САТ _н	ДАТ _н	ЖСЛ _н	ЗВдв _н	ЗВдв _н	СВ _н	ТТ _н	ОКНЛ _н	СЧ _н	ОКНЛ _н	№ _н	RRV _н	SDV _н
0	0,06	0,1	0	0	0,20	0,0;0,3	0	0,24	0	0,12	0	0	0
Узагальнені оцінки стану систем забезпечення працездатності людини (δ _{СС} ; δ _Д ; δ _В ; δ _{ССП} ; δ _{СРР})													
δ _{СС} = 0 + (0,43)*(0,06) + (0,37)*(0,1) = 0,07			δ _В = 0 + 0 + (0,37)*(0,2) = 0,07			δ _В = 0 + 0 + (0,28)*(0,3) = 0,09			δ _{ССП} = 0 + (0,25)*(0,24) + 0 + (0,19)*(0,12) + 0 = 0,08			δ _{СРР} = 0	
Узагальнені оцінки складових забезпечення працездатності людини (Δ _В ; Δ _{СР} ; Δ _{СРП})													
Δ _В = (0,6)*(0,07) + (0,25)*(0,07) + (0,15)*(0,09) = 0,07							Δ _{СР} = 0,08			Δ _{СРП} = 0			
Узагальнені оцінки фізіологічних компонентів працездатності людини при розумових навантаженнях (Δ _{1С} ; (Δ _{1РП}))													
Δ _{1С} = 0,07						Δ _{1РП} = (0,65)*(0,08) + 0 = 0,05							
Інтегральна оцінка розумової працездатності людини (Δ _П)													
Δ _П = (0,7)*(0,05) + (0,3)*(0,07) = 0,06													
"Допустиме відхилення від вікової норми"													

Рис. 7. Анкета індивідуального розрахунку та оцінки потенційної працездатності фахівця в умовах розумових навантажень (обстежений Ф. С. В., календарний вік 28 років).

Фізіологічні показники, X ₁													
ЧСС, шт'	САТ, мм рт.ст	ДАТ, мм рт.ст	ЖСЛ, л	ЗВдв, с	ЗВдв, с	СВ, с	ТТ, мінс	ОКНЛ, %	СЧ, с	ОКНЛ, %	№, %	RRV, мс	SDV, мс
95	145	100	1,5	20	10	50;28;10	90	33	10	33	90	400	33
Уніфіковані показники, X ₂													
ЧСС _н	САТ _н	ДАТ _н	ЖСЛ _н	ЗВдв _н	ЗВдв _н	СВ _н	ТТ _н	ОКНЛ _н	СЧ _н	ОКНЛ _н	№ _н	RRV _н	SDV _н
0,025	0,09	0,22	0,42	0,78	0,78	0; 0; 0,67	0,54	0,31	0,2	0,43	0	0	0,29
Узагальнені оцінки стану систем забезпечення працездатності людини (δ _{СС} ; δ _Д ; δ _В ; δ _{ССП} ; δ _{СРР})													
δ _{СС} = (0,23)*(0,025) + (0,4)*(0,09) + (0,33)*(0,22) = 0,12			δ _В = (0,2)*(0,4) + (0,39)*(0,78) + (0,42)*(0,78) = 0,71			δ _В = 0 + 0 + (0,34)*(0,67) = 0,23			δ _{ССП} = (0,34)*(0,54) + (0,2)*(0,51) + (0,09)*(0,2) + (0,22)*(0,43) + 0 = 0,56			δ _{СРР} = 0 + (0,33)*(0,29) = 0,1	
Узагальнені оцінки складових забезпечення працездатності людини (Δ _В ; Δ _{СР} ; Δ _{СРП})													
Δ _В = (0,6)*(0,12) + (0,25)*(0,71) + (0,15)*(0,23) = 0,29							Δ _{СР} = 0,56			Δ _{СРП} = 0,1			
Узагальнені оцінки фізіологічних компонентів працездатності людини при розумових навантаженнях (Δ _{1С} ; (Δ _{1РП}))													
Δ _{1С} = 0,29						Δ _{1РП} = (0,65)*(0,56) + (0,35)*(0,1) = 0,4							
Інтегральна оцінка розумової працездатності людини (Δ _П)													
Δ _П = (0,3)*(0,29) + (0,7)*(0,4) = 0,37													
"Критичне відхилення від вікової норми"													

Рис. 8. Анкета індивідуального розрахунку та оцінки потенційної працездатності фахівця в умовах розумових навантажень (обстежена О. Ю. М., календарний вік 53 роки).

Більшість фізіологічних параметрів у межах вікового діапазону норми. Потенційна працездатність обстеженого Ф. С. В. відповідає межах "допустиме відхилення людини від вікової норми" (рис. 7). Компенсація підвищеного нервово-психічного напруження (за параметром зниження функції запам'ятовування) на фоні тенденції погіршення функціонального стану організму (за показниками артеріального тиску, тривалості затримки дихання, статичного балансування) можлива за рахунок волевих зусиль та адаптаційних резервів організму в межах вікових можливостей. У даному випадку рекомендовано тимчасове припинення професійного навантаження або зниження нервово-емоційного напруження, "корекційні" навантаження у режимі робочого дня, тощо.

Оцінкою потенційної працездатності обстеженої О. Ю. М. (рис. 8) відповідає граничному функціональному стану, що свідчить про зниження адаптаційного потенціалу організму. За більшістю фізіологічних параметрів виявлене характерне збільшення фізіологічних витрат на забезпечення ефективності праці, що потребує диференційної корекції працездатності із застосуванням систематичних "коригуючих" навантажень.

V. ВИСНОВКИ

1. Представлена система діагностики та оптимізації функціональних можливостей осіб працездатного віку дозволяє здійснювати поліпараметричний аналіз динаміки функціонального стану в умовах розумових навантажень та може розглядатися як моніторингова технологія контролю стану "професійного здоров'я" фахівця.

2. Отримана оцінка потенційної працездатності базується на ергономічному підході з урахуванням потреби у диференціації засобів корекції, які спрямовані на подолання деструктивних наслідків негативної дії професійних чинників (нервово-емоційна напруженість, гіпокінезія).

3. Запропонована моніторингова технологія розрахована на профілактику прискороного професійного старіння та донозологічну діагностику стану людини, щоб у разі потреби запровадити відновлювальні або профілактичні заходи.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- [1] Антонов А. А., Буров Н. Е. Системный аппаратный мониторинг / А. А. Антонов, Н. Е. Буров // Вестник интенсивной терапии. – 2010. – № 3. – С. 8 – 12.
- [2] Буров О. Ю. Технології та інновації в діяльності людини ери інформації: людина та ІКТ // Інформаційні технології та засоби навчання. – 2015. – Т. 6. – №. 50. – С. 1-13.
- [3] Гриценко В. І Інформаційні технології в біології та медицині. Курс лекцій / В. І. Гриценко, А. Б. Котова, М. І. Вовк, С. І. Кіфоренко, В. М. Белов. – К.: Наукова думка, 2007. – 382 с.
- [4] Коваленко О. С. та ін. Мобільні застосунки у структурі сучасних медичних інформаційних систем / О. С. Коваленко, Л. М. Козак, О. О. Романюк, Т. А. Маресова, Л. В. Ненашева, Г. І. Финяк // Управляющие системы и машины. – 2018. – № 4. – С. 57-69.
- [5] Горго Ю. П., Маліков М. В., Богдановська Н. В. Оцінка та керування функціональними станами людини: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів // Запоріжжя: національний університет. – 2005.
- [6] Горго Ю. П. Фізіологічна кібернетика та інформатика: Курс лекцій / Ю. П. Горго. – Київ: Національний технічний університет України "КПІ", 2010. – 99 с.
- [7] Мінцер О. П. Основні вимоги до структури типових медичних інформаційних систем в управлінні охороною здоров'я / О. П. Мінцер, М. В. Банчук, І. А. Ярменчук, С. О. Дяченко // Медична інформатика та інженерія. – 2011. – № 2. С. 34 – 35.
- [8] Рогозинская Н. С., Козак Л. М. Информационная технология исследования состояния здоровья населения региона / Н. С. Рогозинская, Л. М. Козак // Управляющие системы и машины. – 2013. – №. 6. – С. 59 – 67.
- [9] Самохвалов В. Г. Психофизиологические корреляты работоспособности при физической нагрузке / В. Г. Самохвалов, И. Н. Исаева // Медицинская психология в России: электрон. науч. журн. – 2015. – №1 (21). – С. 18 – 23.
- [10] Соколов А. В., Стома А. В. Состояние функциональных резервов организма и возможность их коррекции у лиц различных возрастных групп. – 2010. – № 5. – С. 36 – 40.
- [11] Харковлюк-Балакіна Н. В. Інформаційна оцінка та оптимізація діяльності людей різного віку при розумових навантаженнях: дис. к. біол. наук: 14.03.11/ Н. В. Харковлюк-Балакіна. – К., 2017. – 164 с.
- [12] Харковлюк-Балакіна Н. В. Ергономічна технологія збереження трудової активності осіб працездатного віку. Глава 5: колективна монографія "Інноваційні технології в житті сучасної людини". Частина 3. – Одеса: Купрієнко С. В, 2020. . – С. 96 – 110.
- [13] Kharkovliuk-Balakina N. V. Information technology of monitoring and evaluation of "professional health" of the professional / N. V. Kharkovliuk-Balakina, Y. P. Gorgo // Modern engineering and innovative technologies. – SerGeIEva&Co Karlsruhe, Germany, 2020. – Issue 12, Part 3.– P. 60 – 67.

ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ И ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЛИЦ ТРУДОСПОСОБНОГО ВОЗРАСТА

Харковлюк-Балакина Н. В., к.б.н.

natabalakina74@meta.ua

ГУ "Институт геронтологии
им. Д. Ф. Чеботарева НАМН Украины"

Горго Ю. П., профессор, д.б.н.

yugorgo@ukr.net

Национальный технический университет Украины
"Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского"
г. Киев, Украина

Реферат – По данным демографического прогноза ООН доля людей старше 60 лет будет увеличена до 2 млрд., эта тенденция рассчитана на 2050 год. В связи с этим, одной из актуальных проблем сегодня выступает тенденция роста людей старшего возраста в общей структуре населения. Данный аспект является характерным на фоне повышения квалификационных требований к работникам и усложнения производства. В то же время, сохраняется спрос на рабочие вакансии, что свидетельствует об их востребованности. По данным центра занятости на актуальность профориентации актуальна среди 35% трудоспособного населения нашей страны. Основными формами ее организации выступают обучение и переквалификация. Таким образом, в современных условиях регулирования рынка труда без системного решения проблемы сохранения трудового потенциала людей трудоспособного возраста невозможно решить данное противоречие. Разработана интерактивная система диагностики функциональных возможностей лиц трудоспособного возраста, которые в условиях интенсификации деятельности человека определяют уровень его здоровья и работоспособности. Полученная оценка потенциальной работоспособности специалиста базируется на эргономичном подходе с учетом потребности в дифференциации средств коррекции. Мониторинг и оценка функциональных возможностей лиц трудоспособного возраста рассматривается в контексте реализации Стратегии государственной политики, ориентированной на решение стратегических вопросов здорового и активного долголетия населения. В основу такого подхода положен системное изучение факторов (внешних и внутренних), которые своим совокупным действием определяют специфику средств профилактики ускоренного профессионального старения. Представленная разработка может рассматриваться как мониторинговая технология контроля состояния "профессионального здоровья", поскольку позволяет осуществлять полипараметричный анализ динамики функционального состояния человека и донозологический диагностику состояния специалиста, чтобы в случае необходимости ввести восстановительные, профилактические или медицинские мероприятия.

Ключевые слова: контроль "профессионального здоровья", способ оценки потенциальной работоспособности специалиста, информационная технология оценки и коррекции работоспособности, оптимизация трудовой деятельности, профилактика ускоренного профессионального старения.

INTERACTIVE SYSTEM OF DIAGNOSIS AND OPTIMIZATION OF FUNCTIONAL POSSIBILITIES OF A PERSON OF WORKING AGE

Kharkovliuk-Balakina N.V., Ph.D.
natabalakina74@meta.ua

Dmitry F. Chebotarev Institute of Gerontology of the
National Academy of Medical Sciences of Ukraine

Gorgo Y. P., Professor, Dr. Sci.
yugorgo@ukr.net

National Technical University of Ukraine
"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"
Kyiv, Ukraine

Abstract – Today, the practical needs of society border on the complexity of production and increasing requirements for psychophysiological qualities of workers. The labor market is regulated through organization and retraining, with various forms of training and reorientation constantly covering up to 35% of the country's adult population. There is a tendency to increase the demand for job vacancies, which indicates their demand. On the other hand, current demographic data show a steady increase in the number of older people in the general population. According to the UN, by 2050 the number of people over the age of 60 will increase globally to 2 billion. The existing contradiction actualizes a systematic solution to the problem of maintaining the employment of workers during their careers. An interactive system for diagnosing the functional capabilities of people of working age has been developed, which, in the conditions of intensification of human activity, determines the level of a person's health and ability to work. The obtained assessment of the potential efficiency of the specialist is based on an ergonomic approach taking into account the need for differentiation of means of correction. Monitoring and assessment of the functional capabilities of people of working age is considered in the context of the implementation of the State Policy Strategy on healthy and active longevity for the period up to 2022. This approach is based on a systematic study of factors (external and internal), which together determine the specifics of means of prevention of accelerated occupational aging. The presented development can be considered as a monitoring technology of control of the state of "occupational health" as it allows to carry out the polyparametric analysis of dynamics of a functional state of the person and prenosological diagnostics of a condition of the expert to introduce rehabilitative, preventive or medical measures.

Key words: control of "occupational health", a way of an estimation of potential working capacity of the expert, information technology of an estimation and correction of working capacity, optimization of labor activity, prevention of accelerated professional aging.