

nacionalnogo universiteta imeni V. N. Karazina. Serija: Biologija, 13 (947), 190–195.

3. Timchenko, A. N. (2012). Chronobiologichnij passport. Metodicheskoe posobie. Kurs «Osнови biorythmologii». Kharkiv: Kharkiskij nacionalnij universitet imeni V. N. Karazina, 66–72.

4. Komarov, F. I., Rapoport, S. I. (2000). Chronobiologija i chronomedicina. Moskva: Triada, 488.

5. Agadganjan, N. A., Petrov, V. I., Radysh, I. V., Kraushkin, S. I. (2005). Chronofiziologija, chronofarmacologija i chronoterapija. Volgograd: Izdatelstvo Volgogradskogo gosudarstvennogo medicinskogo universiteta, 336.

6. Shaposhnikova, V. I., Tajmazov, V. A. (2005). Chronobiologija i sport. Moskva: Sovetskij sport, 180.

*Рекомендовано до публікації д-р біол. наук Клімова О. М.  
Дата надходження рукопису 31.10.2014*

**Тимченко Ганна Миколаївна**, кандидат біологічних наук, доцент, кафедра валеології, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, пл. Свободи, 6, м. Харків, 61077  
E-mail: Anch5555@rambler.ru

УДК 612.821.3+572.025+158.983.2  
DOI: 10.15587/2313-8416.2014.28980

## ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО РОБОЧОГО СТАНУ ТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ОСІБ РІЗНОГО ВІКУ В УМОВАХ РОЗУМОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ

© Н. В. Харковлюк-Балакіна, Ю. П. Горго

*Розглянуто результати оцінок функціонального робочого стану осіб різного віку в умовах розумових навантажень. Доведено, що для оцінки оптимальної розумової працездатності людини необхідним є застосування показників функціонального віку та темпу старіння з метою визначення впливу вікового фактору на професійну адаптацію персоналу, зокрема осіб, що знаходяться в умовах підвищеного нервово-емоційного напруження.*

**Ключові слова:** функціональний робочий стан, вікова динаміка працездатності, темп старіння людини.

*The results of functional state evaluation of working people of all ages in mental stress terms were reviewed in this research. It has been proved that for estimation of optimum mental capacity a person needs the use of functional age and aging rate to determine the effect of the age factor on the adaptation of professional staff, including persons in conditions of increased neuro-emotional stress.*

**Keywords:** functional working condition, working capacity age dynamics, aging rate.

### 1. Вступ

Сучасні демографічні дані свідчать про постійне зростання кількості осіб похилого віку в загальній структурі населення на тлі прогнозування тенденції дефіциту кваліфікованих працівників, що визначає актуальність геронтологічних досліджень по вирішенню окремих аспектів проблеми професійного старіння людини, спрямованих на пошук балансу між ефективністю діяльності та фізіологічної «ціни» її забезпечення. З іншого боку, еволюція розвитку науково-технічних досягнень людства максимально наблизилася суспільству до впровадження інформативних технологій, однак проблема впливу "людського чинника" не стає менш глобальною та перетинається з багатьма сферами професійної діяльності, у зв'язку з чим особливого значення набуває проблема розробки й удосконалення засобів контролю та корекції стану здоров'я персоналу та ефективності реалізації їх професійних навичок.

На разі життєдіяльність сучасної людини не у повній мірі відповідає потребам організму у руховій активності. Окремим чинником ризику багатьох патологічних змін в осіб розумової праці виступають реакції гіпокінетичного синдрому, серед яких

зниження функціональних резервів серцево-судинної та дихальної систем, порушення опорно-рухового апарату, на тлі тенденції зростання загальної маси тіла тощо, що дає підставу для пошуку ефективних засобів своєчасної діагностики донозологічних станів людини та корекції працездатності в умовах розумового навантаження.

### 2. Постановка проблеми

Працездатність людини, являючи собою фізіологічною основою продуктивності праці, надає можливість реалізації знань, умінь і досвіду людини. Зокрема, в природних, штучно створених та екстремальних умовах праці діяльності розумова працездатність лімітується динамікою функціонального робочого стану, пов'язаного зі впливом різноманітних екзо- та ендогенних факторів (Горого Ю. П., 2004) [1]. Однак пошук прийомів об'єктивної оцінки забезпечення оптимальної працездатності в осіб різного віку, від яких залежать надійність і ефективність виконуваної роботи, залишається однією з актуальних завдань у фізіології праці, оскільки динаміка функціональних станів людини лінійно не відображає зміни рівня працездатності в умовах розумових навантажень.

Вивчення вікової динаміки розумової працездатності (РП) людини проводилось за допомогою психофізіологічної діагностики, відповідно до поставлених завдань при використанні двох методів: поперечного (309 осіб) і лонгі-тудинального – психофізіологічний моніторинг забезпечення професійної працездатності 45 науковців в динаміці досліджень 1995–1997 (період 1), 1998–2000 (період 2), 2001–2003 років (період 3). Для моніторингу загального фізичного стану обстежуваних осіб використовували методику визначення функціонального віку та темпу старіння людини, розроблену на базі лабораторії професійно-трудової реабілітації ДУ "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАМН України" [2].

Аналіз вікової динаміки РП виявив особливості її змін в певних вікових періодах (рис. 1).

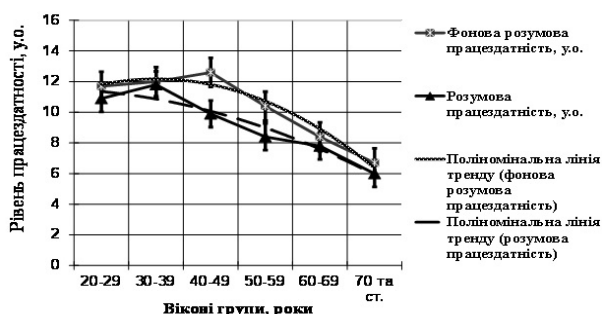


Рис. 1. Вікова динаміка розумової працездатності людини

Потенційно високий рівень РП можна констатувати у віці 20–49 років. Вікове зниження РП починається у віці після 50 років. Однак, у віці 60–69 років РП стабілізується близько до середнього рівня, що, на наш погляд, обумовлено закономірним професійним відбором, пов'язаним з пенсійним віком. Тобто, особи, які досягли пенсійного віку, але залишилися працювати, мають стійкі професійні навички та достатньо високий рівень функціональних можливостей організму для їх реалізації навіть після 60 років.

Характер спадаючої тенденції зниження рівня РП з віком, безумовно, найбільш адекватно відображає вплив вікової інволюції. Однак, аналіз показників темпу старіння в обстежених осіб дозволив виявити особливості впливу вікового фактору на забезпечення оптимальної РП (розумова працездатність, у.о.) в певних вікових періодах (рис. 2). Після виключення осіб з прискореним темпом старіння було виявлено статистично значиме підвищення значень рівня РП (показник фонова розумова працездатність, у.о.) в вікових групах 40–49 та 50–59 років на тлі збереження загального напрямку лінії тренду вікової регресії (рис. 1).

Отриманий результат підтвердив існуючий у літературі висновок, що темп старіння людини неодмінно впливає на функціональний робочий стан, який лімітує рівень працездатності. Разом з тим, можна доповнити наукові дані про вікове звуження діапазону адаптації до умов працездатності у віковий період 40–60 років.

### 3. Літературний огляд

Відомо, що вікове зниження когнітивних функцій є наслідком біологічного старіння, при якому помірні зміни пам'яті та швидкості переробки інформації можуть виникати при стабільності інших психофізіологічних показників. Ряд авторів [3–5] 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 [6].

### 4. Оцінка функціонального робочого стану та працездатності осіб різних видів розумової праці за показниками психофізіологічної діагностики та темпу старіння

Оцінка функціонального робочого стану та працездатності осіб різних видів розумової праці за показниками психофізіологічної діагностики та темпу старіння

Аналіз результатів лонгітудинального дослідження психофізіологічного забезпечення працездатності осіб розумової праці виявив вікове погіршення характеристик системи переробки інформації на тлі стабілізації показника РП (табл. 1). Водночас, моніторинг показників темпу старіння осіб розумової праці виявив віко-стажеві зміни фізіологічних показників, які однонаправлені та характеризують погіршення стану дихальної системи та системи координації рухів на тлі зниження стресостійкості серцево-судинної системи у жінок після 50 років. Отже, можна констатувати компенсаторний вплив професійного досвіду на тлі збільшення фізіологічної ціни забезпечення професійної працездатності з віком.

Аналіз параметрів психофізіологічної діагностики обстежуваних осіб різних професійних груп виявив їх професійну однорідність, за відсутністю достовірних розбіжностей показників працездатності на тлі наявності середньогрупових значень в межах нормального темпу старіння. Однак, характер розподілу питомої частки осіб з відповідним темпом старіння (прискореним, нормальним, уповільненим) в межах кожного вікового періоду має певні розбіжності: у групі операторів та лікарів-нейрохірургів частка осіб з прискореним темпом старіння перевищує більше ніж в 2 рази, порівняно з іншими професійними групами, в обох вікових періодах, що спостерігається на тлі меншої частки осіб з уповільненим темпом старіння в цій професійній групі другого періоду зрілого віку, порівняно з іншими професійними групами (рис. 2).

Таблиця 1

Психофізіологічний моніторинг забезпечення професійної працездатності обстежених осіб розумової праці (n 45) у динаміці досліджень з 1995 по 2003 роки

| Показники психофізіологічних функцій та розумової працездатності | Етап моніторингу |          |          |
|--|------------------|----------|----------|
|  | період 1         | період 2 | період 3 |
| Обсяг короткочасної зорової пам'яті, %                           | 77±12            | 64±10    | 58±6*    |
| Обсяг короткочасної слухової пам'яті, %                          | 93±7             | 85±4     | 72±5*&   |
| Сприйняття часу, с   | 6±2              | 8±3      | 11±5     |
| Надійність уваги, %  | 97±7             | 91±5     | 82±7*    |
| Латентний період простої зорово-моторної реакції, мс             | 231±25           | 271±10*  | 288±25*  |
| Темп руху кісті (30 с), кількість                                | 189±19           | 191±11   | 164±14&  |
| Розумова працездатність, у.о.                                    | 10,7±1,6         | 10,2±1,2 | 9,8±1,9  |

Примітка: \* – p < 0,05 (по відношенню до дослідження періоду 1); & – p < 0,05 (по відношенню до дослідження періоду 2)

Даний результат, на наш погляд, відображає вплив специфіки професійної діяльності операторів та лікарів-нейрохірургів, пов'язаною з умовами підвищеного нервово-емоційного напруження. Натомість, у групі сезонників (працівників Української антарктичної станції «Академік Вернадський») виявлено зворотну тенденцію, пов'язану з особливостями професійного відбору, який демонструє, що до даної групи увійшли особи з потенційно високими функціональними резервами (рис. 3).

Аналіз забезпечення оптимальної працездатності в осіб різного віку в умовах розумового навантаження (два послідовних тестування по 5 хвилин) відображає вікове погіршення швидкісних характеристик системи переробки інформації спостерігається на тлі меншої кількості помилок в осіб другого періоду зрілого віку, порівняно з особами першого періоду зрілого віку в обох тестах (рис. 3), що демонструє компенсаторний вплив професійного досвіду на вікову стабілізацію надійності розумової діяльності.

На разі слід відмітити, виявлені вікові зміни стану забезпечуючих систем в бік неадекватного функціонування не завжди є достовірними, що ускладнює отримати об'єктивну оцінку функціонального робочого стану людини.

Таким чином, отримані результати можуть слугувати доповненням наукового розуміння проблеми діагностики професійного старіння людини. Водночас, для прогностичної оцінки забезпечення оптимальної розумової працездатності людини необхідним є визначення впливу вікового фактору на професійну адаптацію. У зв'язку з чим

виникла необхідність використання нових підходів до вирішення проблеми оцінки функціонального робочого стану людини в умовах впливу вікової інволюції.

### 5. Апробація результатів досліджень

Беручи до уваги наукові припущення про визначення функціонального робочого стану як результату активності об'єднаної функціональної системи, яка складається з двох моделюючих систем мозку різної функціональній спеціалізації: ретикулярна формація стовбура мозку та лімбічна

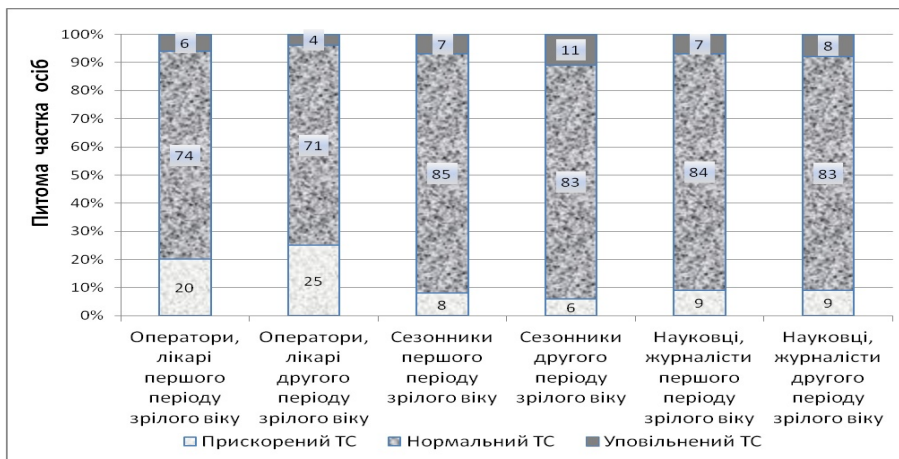


Рис. 2. Питомі частки (%) обстежених осіб з розподілом за темпом старіння у межах вікових та професійних груп

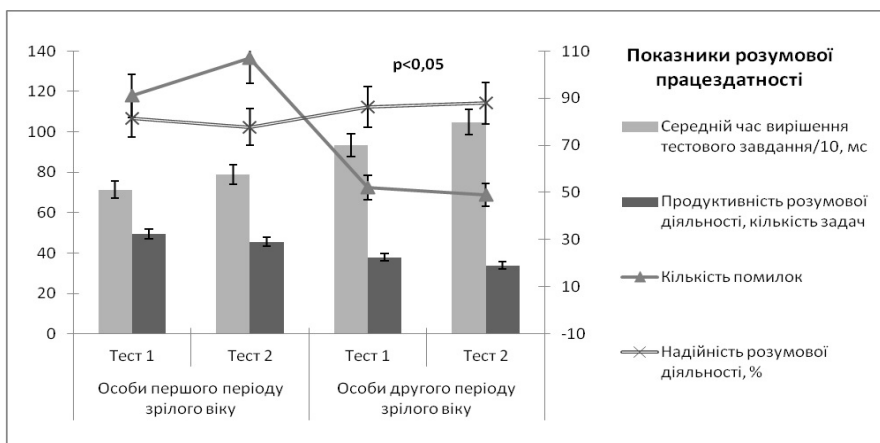


Рис. 4. Вікові особливості забезпечення оптимальної працездатності людини в умовах розумового навантаження

система, пов'язаних з вищими відділами кори більших півкуль, що має кілька рівнів реагування: фізіологічний, поведінковий, психологічний та відповідає за забезпечення професійної діяльності, для визначення забезпечення оптимальної РП осіб різного віку був використаний інформаційний підхід, запропонований Ю.П. Горго (2002) [1].

Згідно його вихідних положень, оцінку конкретного функціонального робочого стану людини (S) можна отримати за допомогою використання аналітичного вираження:

$$S=C+X(t)+Y(t, g)+h,$$

де С – константа, що визначена фізичними, психологічними та соціальними умовами середовища; X(t) – фізіологічні та психофізіологічні параметри, що залежать від часу робочого процесу t; Y(t,g) – зміни робочої ситуації, що залежать від часу робочого процесу (t) та ступеня навчання людини (g); h – шуми.

При цьому, працездатність людини відповідної вікової групи лімітована динамікою функціонального робочого стану та характеристиками темпу старіння, яка має вигляд:  $S=f(x)$  та залежить тільки від змін фізіологічних та психофізіологічних параметрів людини, оскільки параметри умов середовища стабільні при  $Y(t, g)=const$ , а змінною для S залишається величина X(t) [1].

## 6. Висновки

1. Досліджено віко-стажеві зміни характеристик функціонального робочого стану осіб розумової праці, які однонаправлені та відображають вікову тенденцію збільшення фізіологічної ціни забезпечення оптимальної розумової працездатності на тлі збереження високого рівня надійності професійної діяльності в осіб розумової праці після 50 років.

2. Доповнено наукове розуміння проблеми діагностики професійного старіння людини пов'язане зі звуженням діапазону адаптації до умов працездатності у віковий період 40–60 років.

3. Здійснено розширення поняття забезпечення оптимальної розумової працездатності людини з метою визначення впливу вікового фактору на професійну адаптацію персоналу, зокрема осіб, що

знаходяться в умовах підвищеного нервово-емоційного напруження.

## Література

1. Горго, Ю. П. Функціональні робочі стани людини та їх систематизація [Текст] / Ю. П. Горго // Фізіологічний журнал. – 2002. – Т. 48, № 2. – С. 119–120.
2. Решетюк, А. Л. Визначення функціонального віку та темпів старіння людини [Текст] / А. Л. Решетюк, О. А. Поляков, Г. В. Коробейніков. – К.: МОЗ України, 1996. – 8 с.
3. Bashkireva, A. Influence of Biological Age on Professional Efficiency: Communication I. Biological Age and Mental Efficiency [Text] / A. Bashkireva, V. Khavinson // Biomedical and Life Sciences, Human Physiology. – 2001. – Vol. 27, Issue 3. – P. 353–359.
4. Bashore, T. R. Mental Resources: Intensive and Selective Aspects [Text] / T. R. Bashore, M. W. Van Der Molen, K. R. Ridderinkhof and Scott A. Wylie // Biological Psychology. – 1997. – Vol. 45, Issues 1-3. – P. 263–282.
5. Richards, M. Cognitive decline and aging: Are AAMI and AACD distinct entities? [Text] / M. Richards, J. Touchon, B. Ledersert et al. // Int. J. Geriatric Psychiatry. – 1999. – Vol. 14, Issue 7. – P. 534–540. doi: 10.1002/(sici)1099-1166(199907)14:7<534::aid-gps963>3.0.co;2-b
6. Фролькіс, В. В. Старение и витаукт, адаптация и дезадаптация [Текст] / В. В. Фролькіс // Геронтология и гериатрия. – 1981. – Т. 7, № 4. – С. 5–15.

## References

1. Gorgo, Y. (2002) Funcionalni robochy stani ludiny ta jh sistematzatsia [Functional operating states rights and their ordering]. Physiological Journal, 48 (2), 119–120.
2. Reshetyuk, A. L., Korobejnikov, G. V., Polyakov, A. A. (1996) Vyznachennia funkcionalnogo viku ta tempiv starinnia ludyny [Determination of functional age and the rate of aging]. Ministry of Health of Ukraine, 8.
3. Bashkireva, A., Khavinson, V. (2001). Influence of Biological Age on Professional Efficiency: Communication I. Biological Age and Mental Efficiency. Biomedical and Life Sciences, Human Physiology, 27 (3), 353–359.
4. Bashore, T. R., Bashore, T. R., Van Der Molen, M. W., Ridderinkhof, K. R., Scott, A. Wylie Richard (1997) Mental Resources: Intensive and Selective. Aspects Biological Psychology, 45 (1-3), 263–282.
5. Richards, M., Touchon, J., Ledersert, B. et al. (1999) Cognitive decline and aging: Are AAMI and AACD distinct entities? Geriatric Psychiatry, 14, 534–540. doi: 10.1002/(sici)1099-1166(199907)14:7<534::aid-gps963>3.0.co;2-b
6. Frolkis, V. (1981) Starinie i vitaukt, adaptatsia i dezadaptatsia [Aging and vytaukt, adaptation and maladjustment]. Gerontology and hereditary, 7 (4), 5–15.

*Дата надходження рукопису 31.10.2014*

**Харковлюк-Балакіна Наталія Валеріївна**, науковий співробітник лабораторії професійно-трудової реабілітації, здобувач, Державна установа "Інститут геронтології ім. Д. Ф. Чеботарьова НАН України", вул. Вишгородська, 67, м. Київ, Україна, 04114  
E-mail: kbalakine@hotmail.ru

**Горго Юрій Павлович**, доктор біологічних наук, професор, факультет біотехнології, кафедра біологічної інформатики, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», пр. Перемоги, 37, м. Київ, Україна, 03056  
E-mail: yugorgo@ukr.net