



УДК 612.821

doi.org/10.29038/2617-4723-2018-381-102-107

## **Дослідження функціональних резервів розумової працездатності**

**Володимир Лизогуб, Наталія Черненко, Тетяна Кожемяко,  
Ахмет Палабійк, Світлана Безкопильна**

Черкаський національний університет імені Б. Хмельницького,  
Науково-дослідний інститут фізіології імені М. Босого, Черкаси, Україна.  
Адреса для листування: v\_lizogub@ukr.net

Отримано: 28.10.18; прийнято до друку: 20.11.18; опубліковано: 26.12.18

**Резюме.** У статті представлено нову методику дослідження та оцінки функціональних резервів розумової працездатності за умови переробки інформації різної модальності з поетапним підвищенням і зниженням швидкості пред'явлення подразників. Запропонований спосіб та шкали оцінки рівня функціональних резервів розумової працездатності під час переробки інформації різної модальності дали змогу встановити більш високий її рівень під час переробки інформації із застосуванням геометричних фігур, ніж словесних сигналів. Фактором, що лімітує розумову працездатність, є індивідуальний рівень використання резервних можливостей. Пропонований метод розширює наші уявлення про розумову працездатність, дає нові знання щодо розуміння питання функціональних резервів і може ефективно застосовуватися для визначення придатності людини до роботи в екстремальних психоемоційних умовах та переробки складних інформаційних завдань різної модальності.

**Ключові слова:** розумова працездатність, переробка інформації, функціональні резерви, реверс, сигнали різної модальності.

## **Research of Functional Reserves of Mental Performance**

**Volodymyr Lizohub, Nataliia Chernenko, Tatyana Kozhemyako,  
Ahmet Palabiyik, Svitlana Bezkopulna**

Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy, Cherkasy, Ukraine  
Correspondence: v\_lizogub@ukr.net

**Abstract.** The relevance of the article is due to the fact that in modern conditions, successful mental activity is impossible without the maximum tension of the psychophysiological functions of the organism. All this leads to an increase in nervous and emotional stress, which is one of the causes of tiredness and illness.

Therefore, in our time is necessary to study the psycho-physiological characteristics of mental activity during the processing of information of varying complexity and modality.

The aim of the work is to develop a method for researching and evaluating functional reserves of mental performance during the processing of information of various modalities.

The article presents a new method of research and evaluation of functional reserves of mental performance, under conditions of processing of information of different modalities with a gradual increase and decrease in the rate of presentation of stimuli. The individual level of using of reserve capabilities is a factor limiting mental performance.

The proposed method extends the existing concepts of mental performance, brings new knowledges into the understanding of the functional reserve and can be effectively used to determine the suitability of a person to work in extreme psycho-emotional conditions and the processing of complex information tasks of different modalities.

The proposed method of research and scales of the evaluation of the level of functional reserves of mental working capacity during the processing of information of various modalities can indicate their reliability and independence.

A higher level of functional reserves of mental performance is established when processing information using geometric figures in comparison with verbal signals.

Individual level of reserve possibilities should be considered a factor that limits mental performance which indicates the ability of the organism to withstand more than the usual information load.

Research methodology and results of work can be used for psychophysiological diagnostics, determination of professional membership, sports selection and professional-psychological suitability of operators in various spheres of working activity and assessment of professional qualities.

**Key words:** mental performance, processing of information, functional reserves, signals of different modalities.

## **Вступ**

Актуальність статті зумовлена тим, що в сучасних умовах успішна розумова діяльність не можлива без максимального напруження психофізіологічних функцій організму. Відомо, що для більшості видів розумової діяльності характерні прискорений темп, різке збільшення обсягу й різноманітності інформації й дефіцит часу для прийняття рішення, а також значна соціальна значимість та особиста відповідальність за прийняте рішення [2; 3; 4]. Усе це призводить до зростання нервово-емоційної напруги, що і є однією з причин виникнення втоми та захворювань. Тому на сьогодні актуальне питання дослідження психофізіологічних характеристик розумової діяльності під час переробки інформації різної складності й модальності. Функціональні резерви розумової діяльності пов'язані з процесом прийому та переробкою інформації, яка вимагає напруження сенсорних систем, уваги, пам'яті, активації процесів мислення, емоційної сфери та вегетативних систем [5; 6; 7; 8]. Знання про закономірності формування функціональних резервів розумової працездатності (ФРП), її дослідження й оцінка вважаються одними із найважливіших завдань психофізіології та прикладних наук і потрібні широкому колу спеціалістів [9; 10; 11]. ФРП характеризують можливі зміни функціональної активності структурних елементів головного мозку та цілого організму, їх взаємодію для досягнення корисного результату [8; 9; 11]. Такі можливості проявляються в зміні інтенсивності й швидкості перебігу збудливих і гальмівних процесів, енергетичних та пластичних процесів обміну речовин на всіх рівнях організації організму, у зміні швидкості, обсягу і якості переробки інформації, покращенні психофізіологічних характеристик, у здатності до вироблення нових й удосконалення вже наявних навичок [8; 9].

Можна констатувати, що ФРП та її зміст поки що недостатньо вивчені. Відсутні стандартизована методика дослідження ФРП, якісні й кількісні характеристики її оцінки.

Отже, вищезазначене зумовлює потребу в дослідженні ФРП.

**Мета роботи** – розробити методику дослідження й оцінки функціональних резервів розумової працездатності під час переробки інформації різної модальності.

## **Матеріали та методи досліджень**

Нами розроблено методику дослідження та оцінки рівня ФРП людини, яка включала пред'явлення обстежуваному за допомогою комп'ютерного пристрою в режимі нав'язаного ритму за визначений час із початковою визначеною швидкістю подразників у вигляді графічних зображень чи словесних сигналів. При цьому поетапно швидкість пред'явлення подразників дискретно підвищували до визначеного значення та фіксували загальну кількість помилок, після чого поетапно швидкість пред'явлення подразників відповідно знижувалася до початкової. Фіксували загальну кількість помилок. Рівень ФРП розраховували за формулою:

$$\text{ФРП} = S_1 / S_2,$$

де  $S_1$  – кількість помилок при поетапному підвищенні швидкості пред'явлення подразників;  $S_2$  – чисельність помилок при поетапному зниженні, швидкості.

У 50 обстежуваних 18–23 років на комп'ютерному пристрої «Діагност-1» у «нав'язаному режимі» провели дослідження ФРП для геометричних і словесних подразників. Визначали швидкість реакції диференціювання в режимі Go/NoGo/Go та кількість помилок. Спочатку респонденту пред'являли на екрані комп'ютера позитивні й гальмівні подразники у вигляді геометричних фігур (коло, квадрат і трикутник). Перед початком роботи обстежуваний отримував інструкцію, відповідно до якої потрібно було виконувати завдання в режимі Go/NoGo/Go: при появі на екрані фігури «кола» швидко натискати пальцем лівої руки на ліву кнопку, при появі фігури «квадрат» – правою рукою на

праву кнопку, а при пред'явленні «трикутника» (гальмівний подразник) – не натискати на жодну з кнопок. Для визначення ФРПІ на пред'явлення словесних подразників використовували групу слів (назви рослин, тварин, предметів). Обстежуваний отримував інструкцію, згідно з якою потрібно було виконувати завдання в режимі GoL/NoGo/GoR і при появі на екрані назви «тварин» швидко натискати пальцем лівої руки на ліву кнопку, на назви «рослин» – пальцем правої руки на праву кнопку, а на назви «предметів» (гальмівний подразник) – не натискати на жодну з кнопок. Реєстрували середній час здійснення реакції для лівої й правої руки, абсолютну та відносну (%) кількість помилок, статистичні показники переробки інформації [13; 14].

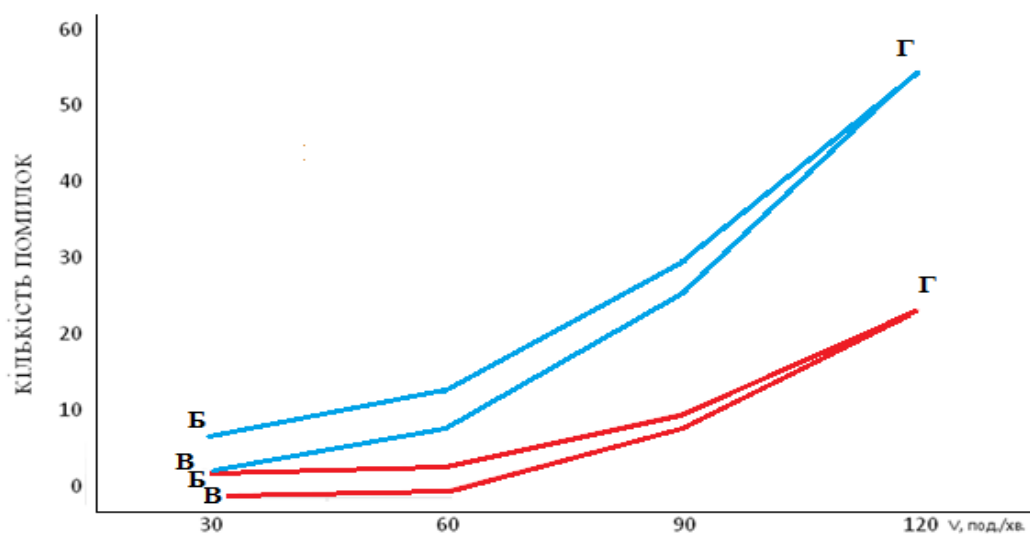
Спочатку проводили інструктаж і тренування на швидкостях пред'явлення подразників (30, 40, 50 за хвилину). Це давало можливість обстежуваному не лише концентрувати увагу на виконанні завдання, але й ознайомитися з ритмом подачі сигналів та загасити орієнтувальний рефлекс. Дослідження починали з пред'явлення фігур на швидкості 30 подразників за 1 хв. Потім цю швидкість збільшували дискретно на 30 кадрів і переходили до 60, 90 і 120, а далі у тій самій послідовності знижували [1; 4; 12; 13]. Закінчували роботу на швидкості 30 подразників за 1 хв. Після короткого відпочинку розумова робота з реверсом для обстежуваного повторювалася, але для переробки інформації застосовували словесні подразники.

Результати дослідження оброблено з використанням статистичних програм Statgraphics, Microsoft Excel.

## Результати

Дослідження, які ми провели на групі обстежуваних, дали змогу встановити залежність між кількістю помилок і швидкістю поетапного підвищення пред'явлення подразників різної модальності до її максимуму й зниження до мінімуму (рис 1).

На рис. 1 показано залежність абсолютної й відносної кількості помилок від швидкості пред'явлення подразників та їх модальності. Найбільше помилок обстежувані допускали на високій (90–120 подр./хв) і значно менше на низькій швидкості – 60–30 подр./хв. Ще одна закономірність, яку ми виявили, пов'язана з модальністю подразників: кількість помилок при переробці інформації на фігури завжди була меншою, ніж на словесні подразники. Крім того, за умови зростання швидкості пред'явлення подразників від 30 і 120 подр./хв абсолютна й відносна кількість помилок була завжди більшою, ніж під час зниження навантаження. У групі обстежуваних провели розрахунки показників, що характеризували функціональні резерви:  $S_1$  – кількість помилок під час поетапного підвищення швидкості пред'явлення подразників =  $P_1 + P_2 + P_3 + P_4$ ;  $S_2$  – кількість помилок за поетапного зниження швидкості пред'явлення подразників =  $P_5 + P_6 + P_7$  [12; 13].



**Рис. 1.** Зміна швидкості пред'явлення подразників у тесті та кількість помилок у період виконання роботи за замкнутим циклом для слів — і фігур —

**Примітки.** БГ – кількість помилок під час виконання розумової роботи з поступовим підвищенням швидкості пред'явлення подразників; ВГ – кількість помилок під час виконання розумової роботи з поступовим зниженням швидкості пред'явлення подразників.

Отже, за результатами тестування швидкості пред'явлення подразників у вигляді петлі гістерезису. Оскільки обидві петлі гістерезису характеризуються однаковою кількістю пред'явлених подразників і часом виконання роботи, постійністю зміни швидкості подачі сигналів, у більшості випадків нижча частина петлі гістерезису проходить нижче за висхідну й тому може характеризувати мобілізацію функціональних резервів, залучених для виконання розумової роботи. Відтак ми вважали, що відношення  $S_1/S_2$  характеризували рівень ФРРП, спрямованих на виконання завдання з переробки інформації (табл. 1).

Таблиця 1

**Показники кількості помилок та функціональні резерви розумової працездатності під час переробки інформації в тесті з реверсом на предметні та словесні подразники**

Досліджуваний показник	Вид подразника	
	предметний	словесний
$S_1$ , помилок	27	57
$S_2$ , помилок	9	23
ФРРП н.о.	3,0	2,4

Із табл. 1 очевидно, що резервні можливості розумової працездатності під час переробки інформації на фігури були вищими, порівняно зі словесними сигналами. За умови однакової швидкості пред'явлення подразників та однакового часу роботи обстежувани переробляли однакову кількість інформації, але допускали різну кількість помилок. На словесні подразники таких помилок було більше, ніж на фігури, тому показник резервних можливостей розумової працездатності для предметних сигналів вищий і становив 3,0 н.о., а для слів він був нижчий – 2,4 н.о., що засвідчує значно вищий рівень функціональних резервів під час виконання тесту з переробки образної інформації за замкнутим циклом, ніж на вербальні сигнали. Цю закономірність підтверджують і показники кількості помилок під час виконання розумової роботи, розраховані за умови підвищення  $S_1$  та  $S_2$ , зниження швидкості пред'явлення подразників.

**Обговорення**

Результати, отримані в процесі дослідження ФРРП за умови виконання завдання в трьохстимульній парадигмі goL/nogo/goR, були вищими для геометричних фігур, ніж для

встановили залежність кількості помилок від словесних подразників. Припускаємо, що в основі таких різниць ФРРП для подразників різної модальності простежується декілька механізмів. По-перше, переробка образної інформації для фігур здійснюється переважно за участю першої сигнальної системи [14; 15] і вимагає значно більшого залучення фізичних, когнітивних й енергетичних ресурсів [16; 17] та, за нашими даними, характеризується високим рівнем функціональних резервів розумової працездатності. По-друге, аналіз образних сигналів забезпечується роботою першої сигнальної системи, до складу якої входить більше під- та кіркових систем, які певною мірою дублюють одна одну, тим самим підвищуючи надійність системи [18; 19; 20] й участь вищих функціональних резервів розумової працездатності. Більш молоді вербальні функції, які належать до другої сигнальної системи та більше, зв'язані з корою великих півкуль, особливо з лобними ділянками, менш стабільні й мають менший нейрофізіологічний ресурс [18; 22; 23], а за результатами, наведеними в цій статті, характеризуються нижчими ФРРП.

Для зіставлення індивідуальних результатів та визначення рівня ФРРП нами розраховано й запропоновано шкали оцінок. За даними табл. 2 ми провели розподіл обстежуваних на групи за рівнем ФРРП.

Таблиця 2

**Диференційні шкали оцінювання рівня ФРРП для образних і вербальних сигналів**

Досліджуваний показник	Рівень резервних можливостей розумової працездатності		
	нижчий за середній	середній	вищий за середній
Образні сигнали (фігури)	$\leq 2,6$	2,7–3,3	$\geq 3,4$
Вербальні сигнали (слова)	$\leq 2,1$	2,2–2,7	$\geq 2,8$

Так, до групи з вищим за середній рівнем резервних можливостей розумової працездатності можуть бути віднесені особи, у яких показники ФРРП для фігур були вищими або перебувають на рівні 3,4 н.о., а для вербальних сигналів – 2,8 н.о. До групи з середнім рівнем ФРРП увійшли особи із показниками 2,7–3,3 н.о. для образних сигналів і 2,2–2,7 н.о. для вербальних подразників. Обстежувани, у яких показник ФРРП менший від 2,6 н.о. для

образних і 2,1 н.о. – для вербальних подразників, належали до групи осіб із нижчим за середній рівень ФРРП. У відсотковому співвідношенні до групи із середнім рівнем досліджуваних властивостей входили 48–66 % досліджуваних, а до груп із високим та низьким рівнями – 34–52 % осіб.

Ми та інші фахівці вважаємо що, критеріями відбору для роботи в умовах значних інформаційних навантажень можуть виступати різні показники розумової діяльності, у тому числі і її резервні можливості [1; 3; 4; 9; 10]. Фактором, який обмежує розумову працездатність, потрібно назвати індивідуальний рівень ФРРП, що свідчить про здатність організму витримувати більше, ніж звичайне інформаційне навантаження.

Отже, проведення психофізіологічного контролю за розумовою діяльністю з допомогою дослідження й оцінки показників ФРРП дає змогу знизити відсоток браку в роботі, вивільнить спеціалістів від виконання не результативної праці, забезпечить високу ефективність підготовки фахівців високого рівня кваліфікації. Особливого значення у здійсненні оцінки розумової працездатності варто надавати резервним можливостям, які є найбільш інформативними щодо прогнозування ефективності розумової діяльності людини в екстремальних інформаційних і психоемоційних умовах.

## **Висновки**

Запропонований спосіб дослідження та шкали оцінки рівня функціональних резервів розумової працездатності під час переробки інформації різної модальності може свідчити про їх надійність і самостійність.

Установлено більш високий рівень функціональних резервів розумової працездатності під час переробки інформації з використанням геометричних фігур, порівняно зі словесними сигналами.

Фактором, який обмежує розумову працездатність, варто вважати індивідуальний рівень резервних можливостей, що свідчить про здатність організму витримувати більше ніж звичайне інформаційне навантаження.

Пропонований метод розширює нами уявлення про розумову працездатність, дає нові знання щодо розуміння питання функціональних резервів розумової працездатності й може ефективно застосовуватися для визначення придатності людини до роботи в екстремальних психоемоційних умовах та переробки інформаційних завдань різної модальності.

Методика дослідження й результати роботи можуть використовуватися для психофізіологічної діагностики, визначення професійної належності, спортивного відбору та професійно-психологічної придатності операторів у різних сферах трудової діяльності й оцінки професійних якостей.

## **Література**

1. Давиденко, Д. Н. Методика оценки мобилизации функциональных резервов организма по его реакции на дозированную нагрузку. *Научно-теоретический журнал «Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта»*; 2011, 12 (70), 52–57.
2. Данько, С. Г., Бехтерева, Н. П., Качалова, Л. М., Соловьева, М. Л. Электроэнцефалографические характеристики когнитивно-специфического внимания готовности при вербальном обучении. Сообщение 1. Характеристики локальной синхронизации ЭЭГ. *Физиология человека*; 2008, 34, 2, 5–12.
3. Кальниш, В. В., Швец, А. В. Влияние непрерывной суточной работы на надежность деятельности операторов. *Физиология человек*; 2012, 38, 3, 81–91.
4. Топчий, М. С., Босенко, А. И., Дишель, Г. О. Факторна структура функціональних можливостей юнаків 17–21 років. *Вісник Черкаського університету*; 2017, 2, 75–87.
5. Иваницкий, А. М., Портнова, Г. В., Мартынова, О. В. [и др.]. Картирование мозга при вербальном и пространственном мышлении. *Журнал высшей нервной деятельности человека*; 2013, 63, 6, 677–686.
6. Медведев, В. И. Взаимодействие физиологических и психологических механизмов в процессе адаптации. *Физиология человека*; 1998, 24, 4, 7–13.
7. Basar, E., Basar-Eroglu, C., Karacac, S., Schurman M. Brain oscillation in perception and memory. *International Journal of Psychophysiology*; 2000, 35, 95–124.
8. Коробейніков, Г. В.; Приступа, Є.; Коробейнікова, Л., Бріскін, Ю. *Оцінювання психофізіологічних станів у спорті*. [Монографія]; ЛДУФК: Львів, 2013, 312.
9. Макаруч, М. Ю., Куценко, Т. В., Кравченко, В. І., Данилов, С. А. *Психофізіологія*: [навч. посіб.]; ООО «Інтерсервіс»: Київ; 2011, 329.
10. Лизогуб, В. С. Черненко, Н. П., Кожемяко, Т. В. Переробка інформації різної складності та модальності особами з різними індивідуально-типологічними властивостями ВНД. *Вісник Черкаського університету*; 2005, 71, 60–67.
11. Черненко-Курагіна, Н. П. Фізіологічні характеристики розумової діяльності людей з різними індивідуально-типологічними властивостями вищої нервової діяльності при низькому темпі переробки інформації. *Вісник Черкаського університету*; 2016, 1, 141, 120–126.

12. Лизогуб, В. С., Черненко, Н. П., Палабійк, А. А., Безкопильна, С. В. Розумова працездатність дітей 8–9 років при пред'явленні подразників різної модальності та швидкості в режимі go/nogo/go. *Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences*, VI(21), Issue; 2018, 45–50 [doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21-14](https://doi.org/10.31174/SEND-NT2018-179VI21-14)
13. Лизогуб, В. С., Черненко, Н. П., Палабійк, А. А., Безкопильна, С. В. Спосіб визначення розумової працездатності за умови переробки інформації з різною швидкістю пред'явлення подразників. *Вісник Черкаського університету*; Черкаси, 2018, 70–80. doi. 0.31651/20765835-2018-1-1-70-79
14. Юхименко, Л. І., Макаруч, М. Ю., Лизогуб, В. С. Електроенцефалографічні патерни диференціювання зорових подразників за умови слухової депривації. *Фізіологічний журнал*; 2017, 63(6), 25–30.
15. Куценко, Т., Філімонова, Н., Костенко, С. Оцінка функціональної асиметрії мозку за латентними періодами сенсомоторних реакцій людини. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*; 2018, 14–16.
16. Kotsan, I. Ya., Kozachuk, N. A., Kuznetsov, I. P. EEG correlation dimension indices, related to general and creative tasks performance productivity level. *«European Applied Sciences»*; 2014, 8–10.
17. Sperry, R. W. Mind-brain interaction: mentalism, yes; dualism, no/ R. W. Sperry. *Neuroscience*; 1980, 5, 195–206.
18. Бернштейн, Н. А. Очерки по физиологии движений и активности. *Медицина*; Москва: 1966, 287.
19. Maurer, C., Mergner, R., Peterka, R. Multisensory control of human upright stance. *Exp. Brain Res*; 2006, 171, 231.
20. Horak, F. B. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*; 2006, 35(2), 7.
21. Hartman, P, Cockburn, J. Dividing attention between cognitive and motor tasks in neurological rehabilitation. *Neuropsychol. Rehabil*; 1998, 8, 155.
22. Лурия, А. Р. Основы нейропсихологии. *Академия*, Москва: 2013, 384.
23. Макаренко, М. В., Лизогуб, В. С., Юхименко, Л. І. Зв'язок успішності психомоторної діяльності з викликаною активністю мозку людей з різними індивідуально-типологічними властивостями вищих відділів центральної нервової системи. *Фізіологічний журнал*; 2014, 60, 3, 65–66.