

УДК 612.825.8:613.685: 007.12: 37.091.27

ВІКОВІ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ НАДІЙНОСТІ ОПЕРАТОРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Швець А. В.

Науково-дослідний інститут проблем військової медицини
Української військово-медичної академії, м. Київ

Вступ. У сучасних наукових дослідженнях значна увага приділяється проблемам геронгієни, оскільки в майбутньому управлінською діяльністю будуть займатись переважно люди похилого віку. Не дивлячись на великий досвід у роботі осіб пенсійного віку, це явище без сумніву позначиться на надійності професійної діяльності у системах «людина-людина» і в більшому ступені – «людина-машина».

Мета дослідження. Дослідити вікові особливості зміни надійності операторської діяльності при переробці потоку інформаційних завдань з різним рівнем їхньої темпоральної та змістової складності.

Матеріали та методи дослідження. Як об'єкт дослідження обрано дві групи однакових за фахом операторів чоловічої статі, які перебували в однакових умовах під час проведення дослідження. Перша група – 30 осіб віком 30–39 років. Друга група – 30 осіб віком 40–50 років. Для визначення психофізіологічних характеристик була використана спеціальна комп'ютерна програма P.P.R.P. Як характеристику надійності операторської діяльності обрано показник точності реакції на рухомий об'єкт (РРО) та імовірність помилкових відповідей ($p_{(T)}$) при дослідженні концентрації уваги та обсягу короткочасної пам'яті (КУКП). В експерименті враховували три фактори, що впливають на надійність переробки інформації: фактор складності пред'явлення завдань (СКЛ), фактор складності змісту завдань (ЗМС), фактор віку (ВІК) випробуваних.

Результати. Розглянуто особливості впливу факторів віку, складності завдань, їхнього змісту на надійність операторської діяльності. При рішенні найпростіших завдань (РРО) відмічена достовірна дія фактора ВІК у осіб групи 2, при цьому точність запізнених типів реакцій порівняно з передчасними типами при натисканнях правою рукою є достовірно кращою для обох груп осіб у всьому діапазоні інформаційного навантаження. При високому інформаційному навантаженні точність реакцій запізненого типу порівняно з передчасним типом є суттєво кращою і не залежить від вікової приналежності та роботи правою чи лівою рукою. Стабільність РРО суттєво гірша у представників старшої вікової групи переважно в діапазоні високого інформаційного навантаження при запізнених типах реакцій. У деяких випадках спостерігали суттєву різницю у показниках врівноваженості нервових процесів, які обернено кореспондують з груповими рівневими характеристиками надійності переробки інформації. При рішенні серії завдань на КУКП вплив усіх досліджених факторів проявлявся вже в повній мірі – як правило, достовірним була дія кожного з факторів.

Висновки. Точність виконання завдання, як характеристика надійності переробки інформації, достовірно вища в осіб віком 30–39 років порівняно з особами старше 40 років. Встановлено, що при роботі правою рукою точність реакцій запізненого типу порівняно з передчасним достовірно не залежно від віку є кращою в усьому діапазоні інформаційного навантаження. Виявлено, що особи віком 30–39 років характеризуються суттєво нижчою стабільністю точності реакцій на фоні виразнішої врівноваженості нервових процесів порівняно з молодшою групою переважно в діапазоні високого інформаційного навантаження. Перевага «мнемічної» складової інформаційного навантаження різної складності порівняно з особами старше 40 років призводить до формування достовірно інтенсивнішого інформаційного метаболізму в організмі осіб віком до 40 років та характеризується кращими показниками надійності операторської діяльності лише при рівноцінних умовах інформаційного навантаження; наявність інтенсивнішого інформаційного метаболізму за рахунок змістової складності тесту КУКП веде до суттєвого зниження надійності та стабільності відповідей при наростанні їхньої складності не залежно від віку.

Ключові слова: реакція на рухомий об'єкт, концентрація уваги, короткочасна пам'ять, надійність операторської діяльності, інформаційний метаболізм

Вступ

Пошук психофізіологічних закономірностей надійності операторської діяльності є одним із найважливіших завдань медицини праці. Його вирішення стає особливо важливим у сучасному технократичному

суспільстві, де нові технічні засоби й технології в транспорті, на виробництві, у військовій справі та інших сферах діяльності людини вимагають таких психофізіологічних можливостей людини, які раніше були потрібні тільки в нестандартних, особливих і екстремальних ситуаціях. Потрібно підкреслити,

що за цих умов надійність діяльності набуває першорядного значення, оскільки неякісне виконання виробничих завдань може призвести до тяжких економічних, екологічних і соціальних наслідків [8, 9]. У сучасних наукових дослідженнях значна увага приділяється герогігієнічним проблемам, оскільки в майбутньому управлінською діяльністю будуть займатися переважно люди похилого віку [7]. Такий стан справ, не дивлячись на великий досвід у роботі осіб пенсійного віку, без сумніву певним чином позначиться на надійності професійної діяльності в системах «людина-людина» і в більшому ступені — «людина-машина».

У літературі зустрічається широкий спектр публікацій, присвячених особливостям зміни працездатності при операторській діяльності у віковому аспекті. Так, за даними В. В. Кальниша та В. В. Кравчука [2, 5], напружена діяльність льотчиків призводить до значного зниження працездатності осіб льотної складу (на 40,8 % — у віці 31–40 років і 53,5 % — у віці понад 40 років) та стійкості до впливу фізичних факторів польоту (на 12,8 % — у віці 31–40 років і 14,1 % — у віці понад 40 років). Зазначені обставини в поєднанні з постійним ускладненням льотної діяльності, недостатньо раціональною організацією учбово-бойової підготовки, наявністю зовнішніх факторів ризику призводять до виникнення функціональних порушень, спричиняють зростання захворювань і дискваліфікації за станом здоров'я [6]. У роботі И. М. Трахтенберга та А. А. Полякова [7] зібрано багато експериментальних досліджень працездатності людини у віковому аспекті. Результати цих та інших дослідників переконливо свідчать про згасання психофізіологічних функцій у людини, особливо після 60 років. Однак зазначається також і те, що працездатність оператора залежить від його віку переважно при надмірних рівнях інформаційного навантаження [16, 17]. Оскільки вимоги до людини в процесі її професійної діяльності можуть бути найрізноманітнішими, доцільним є вивчення особливостей надійності виконання завдань із різною складністю [13]. Проте складність завдання не завжди пов'язана з його темпоральними характеристиками, а ще обумовлена й змістом. У зв'язку з цим, уточнення особливостей поведінки людини в умовах, наближених до граничних рівнів інформаційного навантаження, є досить актуальним.

Отже, актуальним є вивчення вікових особливостей надійності переробки інформації з різними ознаками її складності.

Мета дослідження — виявлення вікових особливостей зміни надійності операторської діяльності при переробці потоку інформаційних завдань з різним рівнем їхньої темпоральної та змістової складності.

Матеріали та методи дослідження

Як об'єкт дослідження обрано дві групи однакових за фахом операторів чоловічої статі. Перша група — 30 осіб віком 30–39 років. Друга група — 30 осіб віком 40–50 років. Усі вони перебували в однакових умовах під час проведення дослідження.

Оскільки для операторів важливими є такі психофізіологічні професійно важливі якості, як пам'ять, увага та реакція на рухомий об'єкт, було застосовано комп'ютерну програму Р.Р.Р. [3]. Зміст двох серій пропонованих завдань суттєво відрізнявся. У першій серії завдань він полягав в оцінці точності реакції на рухомий об'єкт (РРО) як відстані, на якій маркер знаходився від цілі при натисканні клавіш. Друга серія завдань складалася з запам'ятовування певної послідовності декількох символів шляхом їхнього упізнання в наступній, більш короткій послідовності символів, і характеризувалася максимальним для даної людини навантаженням на короточасну пам'ять і увагу — КУКП.

Таким чином, була реалізована діяльність без запам'ятовування (РРО) та із запам'ятовуванням декількох одиниць інформації (КУКП).

Моделі двох різних за своїм змістом інформаційних навантажень були однотипними за своєю моторною складовою. Для полегшення засвоєння й виконання зазначених методик у всіх випадках була використана одна й та сама процедура «ТАК–НІ», коли досліджуваній у відповідь на подразник у будь-якому випадку повинен був натиснути одну з двох заздалегідь обраних альтернативних клавіш («ТАК» чи «НІ»); на яких лежали його пальці. Така організація експерименту дозволила виключити ефект різної підготовки випробуваних, що мали неоднаковий досвід у використанні клавіатури комп'ютера. Крім того, зовсім однакова схема моторних дій при вирішенні завдань, що відрізняються як за темпом пред'явлення завдання, так і за змістом, дозволила вважати реакцію випробуваного залежною, насамперед, від компонента, пов'язаного зі сприйняттям і переробкою інформації.

Для вирівнювання психофізіологічних можливостей випробуваних і надання їм завдань, адекват-

них їхнім психофізіологічним можливостям при пред'явленні завдань із різною складністю, був використаний спеціальний прийом. Для цього випробуваному пропонували виконати завдання в режимі «зі зворотним зв'язком», коли кожне правильне рішення окремої задачі викликало її ускладнення в наступному пред'явленні, а неправильне — відповідно спрощення. Таким чином, визначалася точка T , коли всі випробувані потрапляли в однакові умови за індивідуальними параметрами інформаційного навантаження. У подальших експериментах складність завдань змінювали щодо точки T , і наступні чотири завдання пред'являли відповідно зі складністю: $T - \Delta$, T , $T + \Delta$, $T + 2\Delta$ (де Δ — постійний крок зміни складності завдання). Зміна складності завдань полягала в наступному: для РРО — у зміні швидкості руху стрілки ($\Delta = 10\%$ від точки T); для КУКП — у зміні кількості символів в оброблюваному ряді на одиницю. Дослідження проводили на всіх чотирьох рівнях складності.

В експерименті враховувалися три фактори, що впливають на надійність переробки інформації, а саме: фактор складності пред'явлення завдань (СКЛ), фактор складності змісту завдань (ЗМС), фактор віку (ВІК) випробуваних. Характеристикою надійності операторської діяльності були ймовірність помилкових відповідей ($p(\tau)$) для КУКП і точність передчасного чи запізнитого натискання відносно цілі з урахуванням руху маркера: праворуч чи ліворуч (РРО, см), а характеристикою стабільності діяльності — дисперсія відповідних показників. Крім того, під час тестування РРО у режимі помірного однакового інформаційного навантаження та на різних рівнях складності пропонувані завдання обчислювали показник врівноваженості нервових процесів (ВНП) як відношення кількості передчасних реакцій (ПТР) до запізнених (ЗТР) незалежно від напрямку руху маркера. Для зручності порівняння вищезазначеного показника виконували його логарифмування за модульним значенням $-|\lg \text{ВНП}|$ (такий показник характеризує хаотичність відповіді й нагадує інформаційну ентропію: чим далі цей показник відхилений від нульового значення ($\lg 1 = 0$) до 1, тим вища хаотичність та нижча врівноваженість нервових процесів).

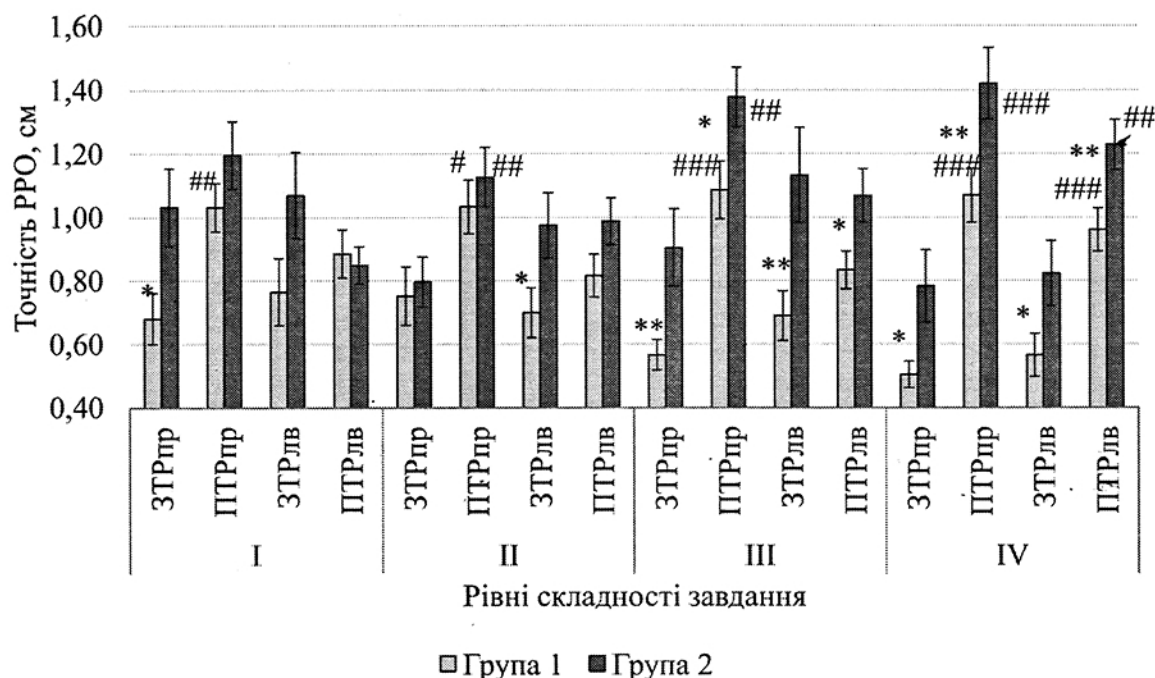
Статистичний аналіз результатів проводили за допомогою методів варіаційної статистики, одно- та двофакторного дисперсійного аналізу з використанням пакета програм STATISTICA 6.0.

Результати дослідження та їх обговорення

Аналіз результатів тестування точності РРО на різних рівнях складності пред'явлення завдань свідчить про неоднорідність загального досліджуваного показника за коефіцієнтами асиметрії та ексцесу для 1, 3 та 4 рівнів складності. Крім того, не відмічається достовірної вікової різниці між досліджуваними характеристиками як за непараметричними, так і параметричними критеріями. При тестуванні РРО середнє значення швидкості руху маркера в точці T не мало суттєвої різниці — $(14,71 \pm 0,84)$ см/с та $(15,27 \pm 0,97)$ см/с відповідно для груп 1 та 2. Тому в подальшому дослідженні використовували показники різних типів (запізнений або передчасний) точності РРО з урахуванням роботи правої та лівої рук (рис. 1).

Розподіл точності РРО за різними типами дозволив виділити показники, які вже відповідають закону нормального розподілу вибірових величин. З рисунка 1 видно, що динаміка змін різних типів реакцій не є однаковою. Так, особливістю трансформації ЗТР для обох груп є те, що зі зростанням складності завдання точність ЗТР має не очікувану тенденцію до покращання. А реакції передчасного типу — до погіршення. Фактор СКЛ достовірно діє лише в представників групи 2 при передчасних типах натискання правою та лівою рукою (відповідно ПТРпр — $D = 4,8\%$, $p < 0,05$; ПТРлв — $D = 5,4\%$, $p < 0,05$). Для представників різних вікових груп за показниками ЗТР відмічена достовірна різниця в надійності переробки темпоральної складової інформаційного навантаження. Так, оператори старше 40 років порівняно з групою 1 мають достовірно гірші показники точності РРО запізнитого типу в усьому діапазоні пред'явлених складностей завдань. Із наростанням складності завдань ця різниця проявляється чіткіше й уже на III та IV рівнях не залежить від напрямку руху маркера, тобто руки натискання. Крім того, у цьому діапазоні складностей завдань у представників різних вікових груп з'являється достовірна різниця між точністю РРО при передчасному типі натискання.

Таким чином, при підвищенні інформаційного навантаження (темпоральної складової при тестуванні РРО) відмічається достовірне погіршення (у 1,3–1,6 разу) точності реакції в представників групи 2 незалежно від напрямку руху маркера та вчасності реакції (ЗТР чи ПТР).



ПТРпр – передчасний тип реакції правою рукою

ЗТРпр – запізнілий тип реакції правою рукою

ПТРлів – передчасний тип реакції лівою рукою

ЗТРлів – запізнілий тип реакції лівою рукою

*, **достовірність вікової різниці середніх значень точності однотипних РРО за критерієм Ст'юдента на рівнях $p < 0,05$, $p < 0,01$ відповідно

#, ##, ###достовірність різниці внутрішньогрупових середніх значень різних типів реакції на рівнях $p < 0,05$, $p < 0,01$ та $p < 0,001$ відповідно

Рис. 1. Вікові особливості точності різних типів реакції на рухомий об'єкт

При аналізі середніх значень точності реакції різних типів всередині груп проявляється ще одне цікаве явище. Як правило, точність запізнілих типів реакції порівняно з передчасними типами при натисканнях правою рукою достовірно краща для обох груп осіб у всьому діапазоні інформаційного навантаження, а для реакцій лівою рукою – лише на IV рівні складності. При високому інформаційному навантаженні точність реакції запізнілого типу порівняно з передчасним типом є суттєво кращою і не залежить від вікової приналежності та роботи правою чи лівою рукою.

У подальшому дослідженні для характеристики надійності операторської діяльності важливим є виявлення вікових особливостей у стабільності роботи. Для цього проведено порівняння дисперсії досліджених даних за F критерієм Фішера (табл. 1).

З таблиці 1 видно, що висока дисперсія показників, як правило, притаманна представникам групи 2. Особливістю стабільності показників РРО є те, що вони суттєво гірші у представників старшої вікової групи переважно в діапазоні високого інформаційного навантаження при запізнілих типах реакцій як для правої, так і для лівої руки.

Цікаві дані отримані при дослідженні показника врівноваженості нервових процесів, який також важливо враховувати при оцінці надійності операторської діяльності. Так, на рисунку 2 надано динаміку зміни ВНП залежно від складності завдання та вікової групи.

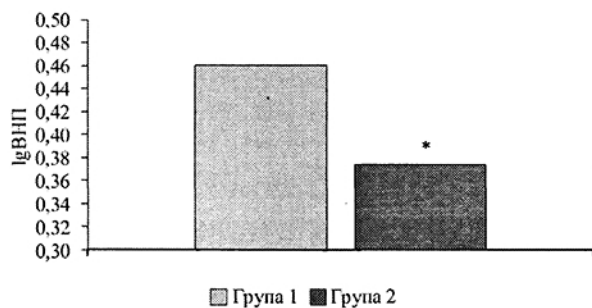
Розглядаючи показник ВНП, необхідно зазначити, що як у групі 1, так і в групі 2 фактор складності завдання діє тотожно для обох груп (фактор «непаральності» процесів не достовірний) з помірною тенденцією до покращання ВНП. Разом з тим, спостерігається лише достовірна дія за віко-

Таблиця 1

Вікові особливості стабільності реакції на рухомий об'єкт за різного інформаційного навантаження

Складність завдання	Тип реакції	Група 1 D1, у. о.	Група 2 D2, у. о.	F-тест, р
I	ЗТРпр	0,14	0,35	0,0476
	ПТРпр	0,18	0,32	0,1058
	ЗТРлв	0,24	0,44	0,1744
	ПТРлв	0,16	0,10	0,1994
II	ЗТРпр	0,16	0,14	0,7886
	ПТРпр	0,22	0,25	0,6799
	ЗТРлв	0,15	0,27	0,1449
	ПТРлв	0,13	0,15	0,7478
III	ЗТРпр	0,05	0,28	0,0003
	ПТРпр	0,25	0,25	0,9361
	ЗТРлв	0,14	0,52	0,0037
	ПТРлв	0,11	0,19	0,1197
IV	ЗТРпр	0,03	0,29	0,0001
	ПТРпр	0,22	0,36	0,1788
	ЗТРлв	0,09	0,24	0,0354
	ПТРлв	0,14	0,19	0,4423

вими характеристиками. Так, дія фактора ВІК пояснює 7,34 % загальної дисперсії ($p < 0,001$). Таким чином, фактор СКЛ (у дослідженому діапазоні) для таких «простих» тестів, як РРО, не має суттєвого впливу на характеристику ВНП у випробуваних, а



ПТР – передчасний тип реакції

ЗТР – запізнілий тип реакції

ВТР – врівноважений тип реакції

*достовірність вікової різниці середніх значень та структурних часток ВНП за критерієм Стюдента на рівні $p < 0,05$

Рис. 3. Характеристика врівноваженості нервових процесів у різних вікових групах операторів та її структура за помірного та однакового рівнів інформаційного навантаження

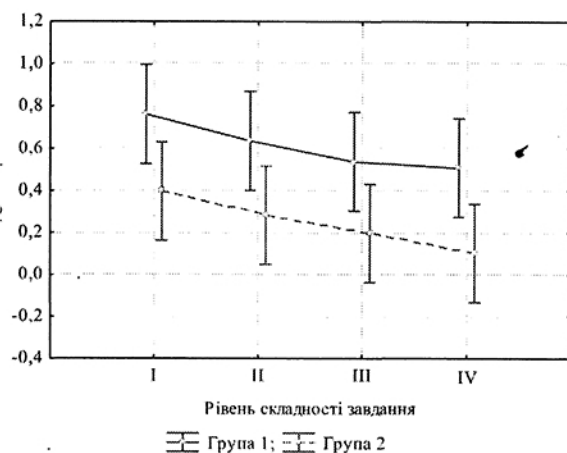
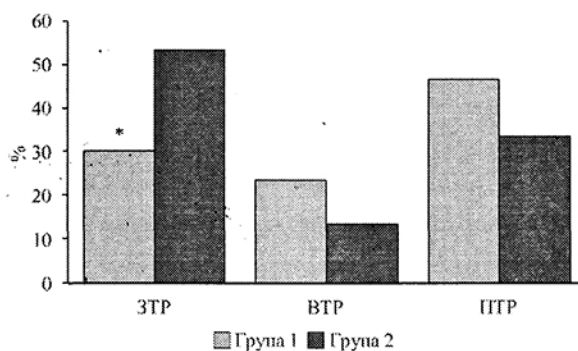


Рис. 2. Характеристика врівноваженості нервових процесів у різних вікових групах за різних рівнів інформаційного навантаження

операторам старшої вікової групи (групи 2), не дивлячись на відносно гіршу стабільність та точність реакцій при різному інформаційному навантаженні, притаманна суттєво краща ВНП порівняно з групою 1. Таке явище відмічається й при однаковому помітному інформаційному навантаженні (рис. 3). Так, представники групи 2 мають також достовірно кращі ($p < 0,05$) показники ВНП порівняно з групою 1. Для структурного аналізу такої різниці було виділено осіб з високою ВНП (врівноважений тип реакцій – $\lg \text{ВНП} = 0$) та тих, що мали запізнілий або передчасний типи реакцій. З рисунка 3 видно, що при впливі однакового помірного



інформаційного навантаження різниця ВВП у групах 1 та 2 обумовлена переважно за рахунок ЗТР, у той час як вікова різниця в точності РРО при різному й високому інформаційному навантаженні за рахунок ПТР.

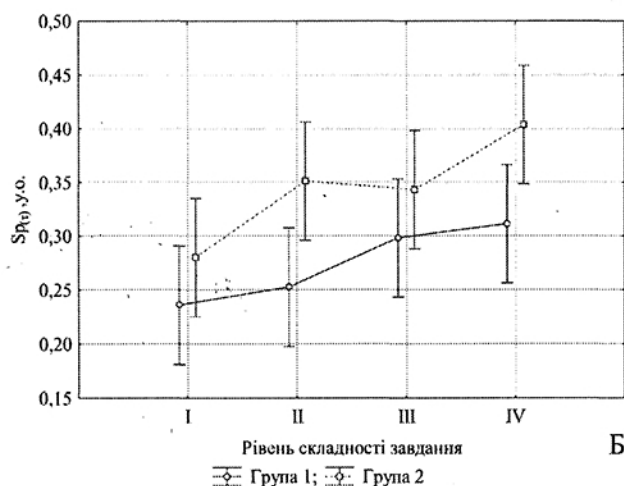
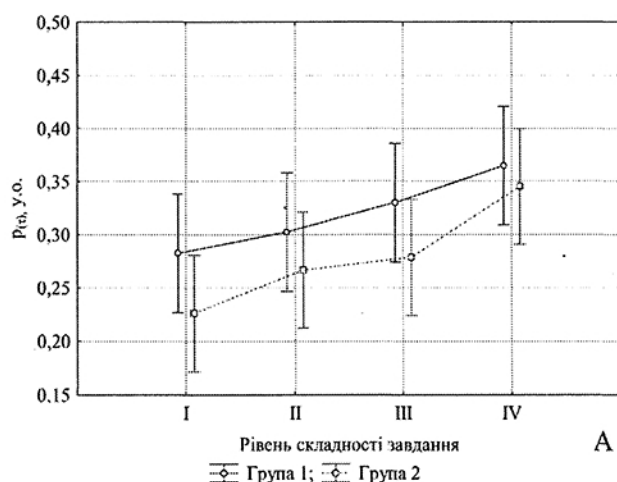
Таким чином, у режимі помірного інформаційного навантаження операторам старше 40 років порівняно з молодшою групою притаманна достовірно більша частка осіб, які мали ЗТР, а рівневі характеристики точності РРО за цим типом реакцій навіть при високих рівнях складності пред'явлення завдань у досліджених груп не відмічали.

Другу серію експериментів здійснювали з більш складними завданнями за рахунок «мнемічного» компонента інформаційного навантаження. У цьому випадку складність визначалася не точністю (швидкістю) реакції (як у першій серії завдань), а запам'ятовуванням індивідуально максимально можливої кількості символів. Отже, когнітивне навантаження в цій серії завдань було найвищим. Результати випробувань у цій серії досліджень наведено на рисунку 4 А. Тут чітко розрізняються дві групи випробуваних. Для групи 2 характерною є суттєво вища надійність виконання завдань порівняно з групою 1 (дія фактора ВІК характеризує 2,5 % загальної дисперсії, $p < 0,05$). Крім того, спостерігається достовірна дія фактора СКЛ ($D = 7,9$ %, $p < 0,01$). При цьому динаміка зміни ймовірності помилкової реакції з наростанням складності

пред'явлення завдання є подібною в обох групах (фактор «непаральності» процесів недостовірний). Таким чином, з наростанням інформаційного навантаження мнестичного типу відмічається однотипне закономірне зниження надійності операторської діяльності для обох груп при краще вираженому рівні надійності діяльності в представників групи старше 40 років.

Такий феномен можна пояснити суттєво вищим інформаційним навантаженням у представників групи 1. Так, при тестуванні КУКП у режимі зворотного зв'язку для групи 1 середнє значення обсягу короткочасної пам'яті в точці Т було достовірно вищим ($p < 0,05$) і складало $(8,00 \pm 0,21)$ од, а для групи 2 — відповідно $(6,63 \pm 0,20)$ од. Для вирівнювання показника надійності переробки інформації було розраховано додатковий коефіцієнт надійності операторської діяльності, який враховує обсяг короткочасної пам'яті при тестуванні КУКП на різних рівнях складності. Для цього кожному респонденту було розраховано скорегований показник $Sp_{(\tau)}$ як добуток імовірності помилкового натискання $p_{(\tau)}$ з відношенням середнього значення в точці T_{cp} для всіх осіб ($7,32$) до значення в точці T_i ($Sp_{(\tau)i} = T_{cp} / T_i$). Таким чином, при рівних значеннях $p_{(\tau)i}$ і збільшенні T_i умовна скорегована ймовірність появи помилки буде зменшуватись.

На рисунку 4 Б наведено дані, які показують іншу картину. Уже для групи 1 характерною є сут-



$p_{(\tau)}$ — імовірність появи помилкової реакції

$Sp_{(\tau)}$ — скорегована ймовірність появи помилкової реакції

Рис. 4. Особливості зміни надійності операторської діяльності при тестуванні КУКП у різних вікових групах операторів

тево вища надійність виконання завдань $Sp_{(r)}$ порівняно з групою 2. Дія фактора ВІК характеризує 4,9 % загальної дисперсії ($p < 0,001$) і проявляється виразніше, ніж у попередньому випадку. Крім того, спостерігається достовірна дія фактора СКЛ ($D = 4,9$ %, $p < 0,01$). При цьому динаміка зміни ймовірності помилкової реакції з наростанням складності пред'явлення завдання кореспондує в обох групах (фактор «непаральності» процесів недостовірний). Таким чином, з наростанням інформаційного навантаження когнітивного типу відмічається однотипне закономірне зниження надійності операторської діяльності для обох груп при більш вираженому рівні надійності діяльності в представників молодшої групи за умови рівнозначного інформаційного навантаження на оператора. Додатково слід відмітити наявність більш низької стабільності з боку надійності виконання тесту на КУКП у представників групи 2 (табл. 2).

З таблиці 2 видно, що достовірно вища стабільність при виконанні тесту на КУКП притаманна представникам групи 1 на II та III рівнях складності завдання порівняно з групою 2. Однак достовірної вікової різниці показника стабільності на IV рівні складності не відмічається, мабуть, тому, що при вираженому інформаційному навантаженні стабільність реакцій погіршується й у представників групи 1 (майже в 2 рази), хоча вона є все ж таки дещо нижчою порівняно з групою 2.

Розглядаючи матеріали експерименту в цілому, необхідно зазначити, що при рішенні найпростіших завдань (РРО), де для різних груп досліджуваних спостерігалися розходження в точності переробки інформації за фактором ВІК не залежно від напрямку руху маркера та вчасності реакції (ЗТР чи ПТР), точність запізнитих типів реакцій порівняно з передчасними типами при натисканнях правою рукою є достовірно кращою для обох

груп осіб у всьому діапазоні інформаційного навантаження, а для реакцій лівою рукою — лише на IV рівні складності. За високого інформаційного навантаження точність реакції запізнитого типу порівняно з передчасним типом є суттєво кращою і не залежить від вікової приналежності та роботи правою чи лівою рукою. Стабільність РРО суттєво гірша у представників старшої вікової групи переважно в діапазоні високого інформаційного навантаження при запізнитих типах реакцій як для правої, так і для лівої руки. У деяких випадках спостерігається суттєва різниця в показниках ВНП (переважно за рахунок ЗТР), які обернено кореспондують з груповими рівневими характеристиками надійності переробки інформації (переважно за рахунок ПТР). При рішенні серії завдань на КУКП вплив усіх досліджених факторів проявлявся вже у повній мірі — як правило, достовірним була дія кожного з факторів.

Для пояснення отриманих даних необхідно відзначити, що сучасні підходи до аналізу когнітивної діяльності часто ґрунтуються на розробленій відомим польським психіатром А. Кемпінським [4] теорії інформаційного метаболізму, яку підтримують також учені США, Європи та Японії [10–12, 15]. За аналогією з «речовинним» і «енергетичним» під інформаційним метаболізмом розуміють сукупність інформаційних перетворень, що відбуваються в живому організмі й забезпечують його життєдіяльність у взаємозв'язку із зовнішнім середовищем. «Засвоєння» вхідних зовнішніх і внутрішніх інформаційних сигналів призводить до створення специфічного інформаційного продукту, за допомогою якого здійснюється керування фізіологічними процесами в організмі.

Усі вищезгадані дослідження побудовані таким чином, що в них переважно виділяється й досліджується інформаційна складова діяльності, тобто здійснюється вивчення інформаційного метаболізму різної інтенсивності. Остання моделюється дією трьох факторів, вплив яких аналізується. Суттєвим є те, що інтенсивність інформаційного метаболізму по-різному змінюється при ускладненні пропонованих завдань, зміні складності змісту завдань і, нарешті, за фактором, що характеризує дію функціональних можливостей людей різного віку.

У роботі встановлено найчастіший прояв дії фактора віку, що можна пояснити природним згасанням психофізіологічних функцій у операторів старшої вікової групи при більш високій врівноваже-

Таблиця 2

Вікові особливості стабільності надійності операторської діяльності за когнітивного інформаційного навантаження різного ступеня складності

Складність завдання	Група 1 D1, у. о.	Група 2 D2, у. о.	F-тест, p
I	0,017	0,016	0,929
II	0,015	0,033	0,032
III	0,011	0,043	0,001
IV	0,020	0,032	0,198

ності нервових процесів, однак зниженій стабільності реакцій, що все ж таки свідчить про гіршу надійність роботи в цілому. Таким чином, у роботі проілюстровано відоме твердження про уповільнення психомоторних реакцій людини з віком [7, 16, 17], що носять гетерохронний та різноспрямований характер цих змін [1, 14]. Тому при розробці технології оцінки надійності операторської діяльності з практичної точки зору слід враховувати фактор віку та рівень інформаційного навантаження, різного за своїм змістом.

Отримані результати є важливими з теоретичної та практичної точки зору. Для теорії важливо, що в результаті роботи були виявлені чіткі закономірності дії фактора віку, складності та змісту інформаційного навантаження на надійність операторської діяльності, а для практики — цікавим є аспект оцінки ступеня надійності операторської діяльності. У випадку дії фактора ВІК для завдань на РРО межу надійного виконання завдання можна визначити лише умовно, розглядаючи її в контексті певної професійної діяльності.

Безсумнівно, завдання КУКП когнітивно є більш складними через необхідність запам'ятовувати більше число об'єктів. Отримані результати дозволяють дійти висновку, що при рішенні завдань із «низьким» інформаційним метаболізмом (тестування РРО), коли дія фактора СКЛ є низькою, адекватні та чіткі психофізіологічні результати оцінки надійності операторської діяльності все ж таки потребують дослідження в широкому діапазоні пред'явлення інформаційного навантаження. При цьому слід враховувати стабільність та тип реакцій, на основі якого можна охарактеризувати врівноваженість нервових процесів. З іншого боку, при значній інтенсивності інформаційного метаболізму (тестування КУКП) потрібно досліджувати та враховувати індивідуальні психофізіологічні можливості осіб з урахуванням заданого рівня інтенсивності інформаційного навантаження, оскільки оператори групи І працювали в умовах достовірно інтенсивнішого навантаження (інформаційного метаболізму), що призвело до зростання ймовірності виникнення помилкових реакцій.

Література

1. Бузунов В. А. Производственные факторы и возрастная работоспособность / В. А. Бузунов. — К. : «Здоров'я», 1991. — 160 с.

Висновки

1. Виявлено чіткий негативний вплив вікового фактора на надійність операторської діяльності. Показано, що при залученні переважно «темпоральної» складової інформаційного навантаження точність виконання завдання, як характеристика надійності переробки інформації, достовірно вища в осіб віком 30—39 років порівняно з особами старше 40 років і не залежить від напрямку руху маркера та вчасності реакції.
2. Встановлено, що при роботі правою рукою точність реакцій запізненого типу порівняно з передчасним достовірно краща для обох груп осіб у всьому діапазоні інформаційного навантаження. При високому інформаційному навантаженні така закономірність для різних рук втрачається.
3. Виявлено, що при запізнених типах реакцій представники старшої вікової групи, переважно в діапазоні високого інформаційного навантаження, характеризуються суттєво низькою стабільністю точності реакцій на фоні виразнішої врівноваженості нервових процесів порівняно з молодшою групою.
4. Перевага «мнемічної» складової інформаційного навантаження різної складності (КУКП) порівняно з особами старше 40 років призводить до формування достовірно інтенсивнішого інформаційного метаболізму в організмі осіб віком до 40 років та характеризується кращими показниками надійності операторської діяльності лише при рівноцінних умовах інформаційного метаболізму; наявність інтенсивнішого інформаційного метаболізму за рахунок змістової складності тесту КУКП веде до суттєвого зниження надійності й стабільності відповідей при наростанні їхньої складності не залежно від віку.
5. Отримані закономірності доцільно використати при здійсненні психофізіологічної оцінки надійності операторської діяльності, психофізіологічної експертизи та тренуванні психофізіологічних якостей, оскільки оператори віком старше 40 років виявилися більш схильними до помилкових і нестабільних реакцій.

2. Кальниш В. В. Особливості змін факторних структур психофізіологічних функцій у льотчиків з урахуванням їх віку і стану здоров'я / Кальниш В. В., Кравчук В. В., Салів А. Ю. // Військова медицина України. — 2004. — № 4. — С. 53–60.

3. Кальниш В. В., Швець А. В. Удосконалення методології визначення психофізіологічних характеристик операторів / Кальниш В. В., Швець А. В. // Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2008. – № 4. – С. 49–54.
4. Кемпинский А. Психология шизофрении / А. Кемпинский. – СПб.: Ювента, 1998. – 294 с.
5. Кравчук В. В. Особливості психофізіологічного стану військових льотчиків різного віку і стану здоров'я / Кравчук В. В. // Укр. журн. з пробл. медицини праці. – 2006. – № 3 (7). – С. 17–27.
6. Кравчук В. В. Особливості структурних зрушень стану здоров'я осіб льотної складу / Кравчук В. В., Єна А. І., Кальниш В. В. // Гігієна труда. – 2004. – Вып. 35. – С. 402–410.
7. Трахтенберг И. М. Очерки физиологии и гигиены труда пожилого человека / Трахтенберг И. М., Поляков А. А. – К.: Авиценна, 2007. – 272 с.
8. Dynamic process of information transmission complexity in human brains / Chen F., Xu J., Gu F. [et al.] // Gov't Biol. Cybern. – 2000. – V. 83, № 4. – P. 355–366.
9. The relationship between the quantity of human information – processing and performance errors in VDT work / Karachima M., Seki H., Noro K., Saito M. // Work With Display Units. – Berlin. – (1-4 September). – 1992. – I – 4.
10. Kokoszka A. Mental organization according to the metabolism of information model and its mathematical description / Kokoszka A. // International Journal of Neuroscience. – 2001. – V. 107, № 3/4. – P. 173–184.
11. Kokoszka A. Revised version of the concept of digesting mental information / Kokoszka A., Holas P., Bielecki A. // Psychiatr Pol. – 2003. – V. 37, № 4. – P. 703–712.
12. Kokoszka A. Information metabolism as a model of human experiences / Kokoszka A. // International journal of neuroscience. – 1999. – V. 97, № 3/4. – P. 169–178.
13. Matthews G. Arousal and Vigilance: The Role of Task Demands / Matthews G., Davies D. R. // In: R. R. Hoffman, M. F. Sherrick and J. S. Warm (Eds.), Viewing Psychology as a Whole. The Integrative Science of William N. Dember. Washington. – 1998. – APA. – P. 113–144.
14. Rabbitt P. M. A. A fresh look at changes in reaction time old age / Rabbitt P. M. A. // The psychobiology of aging: Problems and perspectives / Ed. By D.G. Stein. – New York: Elsevier, 1980. – P. 425–445.
15. Samsonovich A. V. Fundamental principles and mechanisms of the conscious self / Samsonovich A. V., Nadel L. // Cortex. – 2005. – V. 41, № 5. – P. 669–689.
16. Waldman D. A. A meta-analysis of age differences in job performance / Waldman D. A., Avolio B. J. // J. App. Physiol. – 1986. – № 71. – P. 33–38.
17. Welford A. T. Changes of performance with age: An overview / Aging and human performance / Welford A. T.: Ed by N. Charness. – Chichester, UK: Wiley, 1985. – P. 333–369.

Швец А. В.

ВОЗРАСТНЫЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАДЕЖНОСТИ ОПЕРАТОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Научно-исследовательский институт проблем военной медицины Украинской военно-медицинской академии, г. Киев

Введение. В современных научных исследованиях значительное внимание уделяется проблемам геронгиены, поскольку в будущем управленческой деятельностью будут заниматься преимущественно пожилые люди. Несмотря на большой опыт в работе лиц пенсионного возраста, это явление, несомненно, скажется на надежности профессиональной деятельности в системах «человек-человек», в большей степени — «человек-машина».

Цель исследования. Изучить возрастные особенности изменения надежности операторской деятельности при переработке потока информационных задач с разным уровнем их темпоральной и содержательной сложности.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследований были выбраны две группы сходных по специальности операторов мужского пола, находившихся в одинаковых условиях во время проведения исследования. Первая группа — 30 человек в возрасте 30–39 лет. Вторая группа — 30 человек в возрасте 40–50 лет. Для определения психофизиологических характеристик была использована специальная компьютерная программа Р.Р.Р.Р. Как характеристика надежности операторской деятельности был взят показатель точности реакции на движущийся объект (РДО) и вероятность ошибочных ответов ($p_{(1)}$) при исследовании концентрации внимания и объема кратковременной памяти (КВКП). В эксперименте учитывали три фактора, влияющие на надежность переработки информации: фактор сложности предъявления заданий (СКЛ), фактор сложности содержания задач (СЗЗ), фактор возраста (ВИК) испытуемых.

Результаты. Рассмотрены особенности влияния факторов возраста, сложности задач, их содержания на надежность операторской деятельности. При решении простых задач (РДО) отмечено достоверное действие фактора ВИК у лиц группы 2, при этом точность запоздалых типов реакций по сравнению с преждевременными типами при

нажатиях правой рукой является достоверно лучшей для обеих групп лиц во всем диапазоне информационной нагрузки. При высокой информационной нагрузке точность реакции запоздалого типа по сравнению с преждевременным типом является существенно лучше и не зависит от возрастной принадлежности или разных рук. Стабильность РДО существенно хуже у представителей старшей возрастной группы в основном в диапазоне высокой информационной нагрузки при запоздалых типах реакций. В некоторых случаях наблюдали существенную разницу в показателях уравновешенности нервных процессов, которые обратно коррелируют с групповыми уровневными характеристиками надежности переработки информации. При решении серии задач по КУКП влияние всех исследованных факторов проявлялось уже в полной мере — как правило, достоверным было действие каждого из них.

Выводы. Точность выполнения задания, как характеристика надежности переработки информации, достоверно выше у лиц в возрасте 30–39 лет по сравнению с лицами старше 40 лет. При работе правой рукой точность реакций запоздалого типа по сравнению с преждевременным достоверно независимо от возраста является лучшей во всем диапазоне информационной нагрузки. Лица в возрасте 30–39 лет характеризуются существенно худшей стабильностью точности реакций на фоне более выраженной уравновешенностью нервных процессов по сравнению с младшей группой преимущественно в диапазоне высокой информационной нагрузки. Превалирование «мнемической» составляющей информационной нагрузки различной сложности приводит к формированию достоверно интенсивного информационного метаболизма в организме лиц до 40 лет по сравнению с лицами старше 40 лет и характеризуется лучшими показателями надежности операторской деятельности только при равноценных условиях информационной нагрузки; наличие интенсивного информационного метаболизма за счет содержательной сложности теста КУКП ведет к существенному снижению надежности и стабильности ответов при нарастании их сложности не зависимо от возраста.

Ключевые слова: реакция на движущийся объект, концентрация внимания, кратковременная память, надежность операторской деятельности, информационный метаболизм

Shvets A.

AGE-DEPENDENT PSYCHOPHYSIOLOGICAL PECULIARITIES OF RELIABILITY OF OPERATOR'S ACTIVITY

Scientific Institute on Problems of Military Medicine of Ukrainian Military-Medical Academy, Kyiv

Introduction. In modern research a significant attention is paid to gerohygiene problems, as in future, elderly people will mostly be involved in management activities. Despite the great experience of people of the retirement age in their working activity, this phenomenon will undoubtedly affect the reliability of operators' work, when processing a large amount of information in systems «man-man», and, to most extent, «man-machine».

The purpose of the study. To study age-dependent peculiarities of reliability of operator's activity in the processing of a flood of information tasks with different level of their temporal and content complexity.

Materials and methods. Two groups of male operators of similar specialties, working in the same conditions during the study, were selected as a subject of the study. The first group — 30 men (G1), aged 30–39. The second group — 30 men, aged 40–50 years (G2). It was used a special computer program P.P.R.P to define psychophysiological characteristics. The accuracy rate of response to a moving object (RMO) and the probability of erroneous responses ($p_{(r)}$), in studying the concentration of attention & short-term memory capacity testing (ASTM), were taken as characteristics of the reliability of operator's activity. Three factors affecting the reliability of the information processing: task complexity factor (TC), content complexity factor (CC), age factor (AGE) of the subjects, have been studied.

Results. The peculiarities of the effect of AGE, TC and CC factors on the reliability of the operator's activity have been revealed. When solving simple tasks (RMO) there was shown a significant effect of AGE factor on G2 and, in this, the accuracy of the delayed types of reactions, as compared to preterm types by pressing the right hand, was significantly better for both groups of operators in the whole range of the information load. Under high informational load, the accuracy of delayed reaction type, as compared to premature types, was much better and did not depend on age or hands. The stability of RMO was significantly worse in G2, mostly under high information loads in delayed types of reactions. In some cases, there was a significant difference in indices of the balance of nervous processes, which were inversely corresponded to group levels of information processing reliability. When solving series of tasks on ASTM, the influence of all studied factors were manifested in full extent: as a rule the effect of each of them was significant.

Conclusions. The task performance accuracy, as characteristics of information processing reliability, was significantly (1,3–1,6 times) higher in G1, in comparison with G2. Right-handed task performance accuracy of delayed type reactions, as compared to premature ones, was significant, regardless age and was the best in the whole range of the information load. G2 is characterized by significantly worse stability in accuracy reactions, but more in the pronounced balance of nervous processes in comparison with G1, mostly in the range of high information load. The prevalence of «mnemonic» component of different

complexity of the information load resulted in formation of significantly intensive information metabolism in the body of individuals before 40, as compared to G2, and was characterized by better indicators of reliability of operators' activity only under equal conditions of the information load. The availability of intensive information metabolism, due to conceptual complexity of ASTM test, can result in significant reduction of reliability and stability of responses with increasing complexity, regardless age.

Key words: reaction to a moving object, attention & short-term memory capacity, reliability of operator's activity, information metabolism

References

1. Buzunov, V. A. 1991, Production factors and age-specific work ability. Kiev: Zdorov'ya, 160 p. (in Russian).
2. Kalnysh, V., Kravchuk, V., Saliyev, A. 2004, «Peculiarities of changes in factorial structures of psychophysiological functions in pilots with account of their age and state of health», Military Medicine of Ukraine, no. 4, pp. 53–60 (in Ukrainian).
3. Kalnysh, V., Shvets, A. 2008, «Improving the methodology of defining psychophysiological characteristics in operators», Ukrainian Journal of Occupational Medicine, v. 16, no. 4, pp. 49–54 (in Ukrainian).
4. Kempinsky, A. 1998, Psychology schizophrenia. Saint-Petersburg: Juventa, 294 p. (in Russian).
5. Kravchuk, V. 2006, «Peculiarities of psychophysiological state of pilots of different age and state of health», Ukrainian Journal of Occupational Medicine, no. 3 (7), pp. 17–27 (in Ukrainian).
6. Kravchuk, V., Yena, A., Kalnysh, V. 2004, «Peculiarities of structural changes in the state of health of individuals of the aircraft crew», Gigiyena truda, v. 35, pp. 402–410 (in Ukrainian).
7. Trakhtenberg, I. M., Polyakov, A. A. 2007, Essays on physiology and occupational health of an elderly person. Kiev: Avicenna, 272 p. (in Russian).
8. Chen, F., Xu, J., Gu, F. et al. 2000, «Dynamic process of information transmission complexity in human brains», Gov't Biol. Cybern, v. 83, no. 4, pp. 355–366.
9. Karachima, M., Seki, H., Noro, K., Saito, M. 1992, «The relationship between the quantity of human information – processing and performance errors in VDT work». Work With Display Units, Berlin, pp. 1–4.
10. Kokoszka, A. 2001, «Mental organization according to the metabolism of information model and its mathematical description», International Journal of Neuroscience, v. 107, no. 3–4, pp. 173–184.
11. Kokoszka, A., Holas, P., Bielecki, A. 2003, «Revised version of the concept of digesting mental information», Psychiatr Pol., v. 37, no. 4, pp. 703–712.
12. Kokoszka, A. 1999, «Information metabolism as a model of human experiences», International journal of neuroscience, v. 97, no. 3–4, pp. 169–178.
13. Matthews, G., Davies, D.R. 1993, «Arousal and Vigilance: The Role of Task Demands», R. R. Hoffman, M. F. Sherrick and J. S. Warm (Eds.), Viewing Psychology as a Whole. The Integrative Science of William N., Dember. Washington: APA, pp. 113–144.
14. Rabbitt, P. M. A. 1980, A fresh look at changes in reaction time old age, The psychobiology of aging: Problems and perspectives (Ed. By D.G. Stein). New York: Elsevier, pp. 425–445.
15. Samsonovich, A. V., Nadel, L. 2005, «Fundamental principles and mechanisms of the self conscious», Cortex, v. 41, no. 5, pp. 669–689.
16. Waldman, D. A., Avolio, B. J. 1986, «A meta-analysis of age differences in job performance», J. App. Physiol., no. 71, pp. 33–38.
17. Welford, A. T. 1985, Changes of performance with age: An overview, Aging and human performance (Ed. N. Charness). Chichester, UK: Wiley, pp. 333–369.

Надійшла: 01.07.2014 р.

Контактна особа: Швець Андрій Володимирович, кандидат медичних наук, старший науковий співробітник, науково-дослідний відділ психофізіології людини в особливих умовах, Науково-дослідний інститут проблем військової медицини Української військово-медичної академії, буд. 1, 11-та лінія, м. Ірпінь, 08203.
Тел.: + 38 0 66 71 15 400. Електронна пошта: avshvets@mail.ru