

12. Meier P.J., Sztul E.S., Reubeu A., Boyer J.L. Structural and functional polarity of canalicular and basolateral plasma membrane vesicles isolated in high yield from rat liver // J.Cell. Biol. — 1984. — 98. — P. 991—999.
13. Nathanson M., Boyer J. Mechanisms and regulation of bile secretion // Hepatologie. — 1991. — 14, № 3. — P. 551—566.
14. Sutherland E., Dixon B.S., Loeffert H.L. et al. Biochemical localization of Hepatic surface-membrane Na^+ , K^+ -ATPase activity depends on membrane lipid fluidity // Proc. Nat. Acad. Sci. — 1988. — 85, № 22. — P. 8673—8677.
15. Takemura S., Omori C.K., Tanaka K. Quantitative immunoferritin localization of Na^+ , K^+ -ATPase on canine hepatocytes // J.Cell. Biol. — 1984. — 99. — P. 1502—1510.
16. Van Rossum J.D.V. Net sodium and potassium movement in liver slices prepared from rats of different foetal and postnatal ages // Biochim. et biophys. acta. — 1963. — 74. — P. 1—14.

Наук.-дослід. ін-т фізіології Київ. ун-ту ім. Тараса Шевченка
М-ва освіти України

Матеріал надійшов
до редакції 10.06.93

УДК 612.821

М.В.Макаренко

Залежність льотного навчання курсантів від індивідуальних психофізіологічних властивостей

Результаты сопоставления параметров психофизиологических функций курсантов авиационного училища с их успешностью приобретения навыков пилотирования показали тесную корреляционную связь. Установлено, что ряд характеристик высшей нервной деятельности, параметров сложных координационно-двигательных актов являются физиолого-психологической основой, обуславливающей успешность обучения профессиональной деятельности операторов по управлению подвижными летательными системами. Дано описание уравнений множественно-корреляционного анализа для прогнозирования успешности летного обучения курсантов.

Вступ

Результативність складної операторської діяльності залежить від індивідуальних властивостей людини. Тому найбільш високі вимоги ставляться спеціалістам по керуванню динамічними об'єктами та системами. Це викликає потребу визначити зв'язок успішності набуття професійних навиків і використання їх у практичній діяльності з властивостями особистості операторів, у тому числі з їх характеристиками психофізіологічних функцій. Результати зіставлення кількісної оцінки ефективності трудової діяльності з параметрами основних властивостей нервових процесів, показниками нейро- та психомоторики, особливостями вегетативного реагування на навантаження різного ступеня складності тощо можуть бути доказом обґрунтування розробки теоретичних основ практичних питань, реалізація яких повинна здійснюватися в системі заходів по профорієнтації та профвідбору, оцінці функціонального стану та навчання людини. Це, в свою чергу, спрямовано на підвищення ефективності праці, скорочення строків підготовки

фахівців і зменшення відсіву під час навчання, зниження плинності кадрів і виробничого травматизму, збереження здоров'я та підвищення трудового довголіття.

Властивості нервової системи відіграють важливу роль в успішності оволодіння деякими професіями [1—4, 6, 9]. Для спеціалістів операторського профілю по керуванню рухомими об'єктами та системами професійно-важливим якостям, нарівні з глибокою теоретичною підготовкою, відводиться першочергова роль. Нині досягнути високих результатів у цих професіях можливо лише за умов розвитку у людини конкретних професійно-важливих властивостей. За деякими даними причини незадовільної професійної діяльності у більш ніж 80 % випадків прямо пов'язані з фізіологічними, психофізіологічними та індивідуальними особливостями працюючих [10]. Тому досить актуальним є вивчення фізіолого-психологічних основ трудової діяльності.

Метою нашої роботи було встановлення залежності навчання льотній справі (як одному із найбільш складних і відповідальних видів операторської професії) від комплексу наявних характеристик індивідуальних психофізіологічних функцій, які прямо чи побічно впливають на виробку, формування та становлення професійних навиків.

Методика

Обстеженими були курсанти та абітурієнти одного з базових льотних училищ України. З урахуванням незначних змін у методичних підходах обстежень, проведених у різні роки, експериментальний матеріал оброблено та проаналізовано на двох групах людей. У 1-й групі (171 чоловік), крім загальних обстежень для обох груп, було проведено дослідження наявних характеристик вегетативної сфери за умов відносного спокою та при ортостатичних пробах, фізичному навантаженні та у відновлюваному періоді після його виконання. На обстежених 2-ї групи (108 чоловік) по тій же схемі проведено обстеження лабільності зорового аналізатора, часових характеристик простих зорово- та слухомоторних реакцій на подразники, адресовані, переважно, першосигнальній системі, а також реакції простих рухових актів. Загальними для обох груп були обстеження по виявленню у них індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності (ВНД), функції пам'яті, уваги, мислення, сприймання, характеристик рухових складних координованих актів, часових характеристик сенсомоторних реакцій на розумове навантаження різного ступеня складності, тренажної успішності.

При відборі методів дослідження ми виходили з того, що успішність льотної навчання повинна базуватися на комплексному вивченні показників різних функцій організму. Ця успішність багато в чому визначається мірою вираженості кореляційного зв'язку параметрів психофізіологічних функцій з показниками успішності трудової діяльності, тобто чим вище показник зв'язку, тим більшою мірою льотна успішність залежить від комплексу психофізіологічних функцій та кожної з них окремо.

Під час обстежень було використано близько 20 різних бланкових і апаратурних методик, оброблено та проаналізовано 40 показників, які характеризують функціональну рухливість нервових процесів (ФРНП) і працездатність головного мозку (ПГМ, силу нервових процесів), лабільність зорового аналізатора, пам'ять, увагу, сприйняття, мислення, серцево-судинну та дихальну сферу, прості та складні розумові реакції, прості й складні

рухливо-координовані акти тощо. При цьому частину методик, які розроблені нами під керівництвом професора Пухова використовували вперше [7]. Інші методики це ті, які використовуються в системі психологічного відбору льотного складу [8].

Показником успішності льотного навчання для кожного курсанта була середня оцінка експертів за польоти на учбових літаках з урахуванням техніки пілотування та кількості вивізних нальотів (у годинах) до самостійного вильоту і виражалася в балах (від 1 до 9). Експертну оцінку давала комісія, в яку входили: льотчик-інструктор, командир ланки, командир ескадрильї та командир полку.

Для отримання оцінок залежності льотного навчання від комплексу психофізіологічних характеристик було використано багатомірний метод множинного кореляційно-регресійного аналізу [5]. Позитивним у цьому методі була можливість виявити міру щільності зв'язку результативної ознаки (у нашому випадку льотної успішності) з комплексом включених в аналіз факторів (нейродинамічних, психомоторних, вегетативних тощо), а також кількісно визначити (спрогнозувати) результативну перемінну (функцію) від стану наявних ознак (аргументів).

Результати та їх обговорення

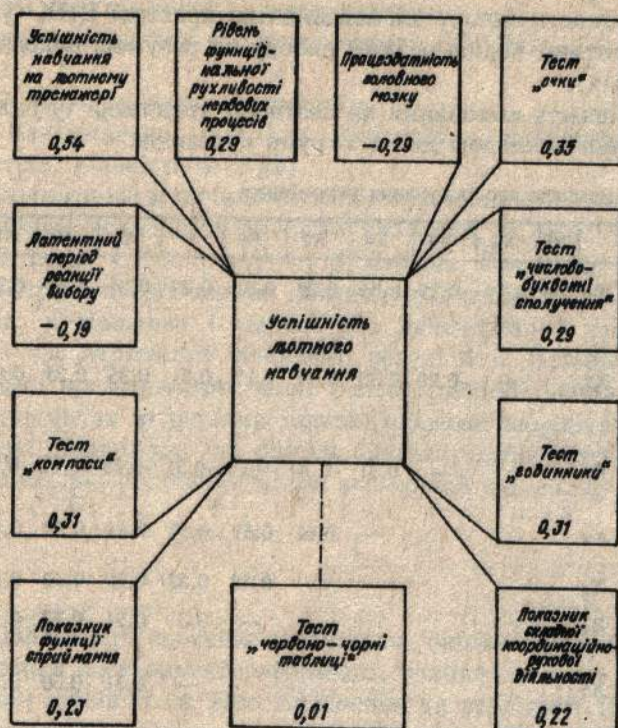
Для встановлення зв'язку успішності льотного навчання з комплексом факторів, які вивчали, а в кінцевому підсумку по найменшій їх кількості (але найбільш інформативних) можна було прогнозувати результативність трудової діяльності. Обробку отриманих результатів здійснювали двома шляхами. Спочатку успішність льотного навчання порівнювали з усім комплексом досліджуваних перемінних. При цьому в 1-й групі обстежуваних успішність навчання зіставляли з 40 різними показниками, в 2-й групі — з 28 показниками. Коефіцієнт множинної кореляції (r) при такій обробці для 1-ї групи становив 0,94; для 2-ї — 0,95. Коефіцієнт детермінації (r^2), який відображає долю впливу вказаних вище психофізіологічних ознак на успішність в оволодінні льотними професійними навиками, був також дуже високим (у 1-й групі r^2 становив 0,89, у 2-й — становив 0,91).

Ці результати свідчать про те, що між успішністю набуття навиків пілотування та комплексом показників різних психофізіологічних функцій, із включенням нейродинамічних, психомоторних і вегетативних сфер, існує тісний кореляційний зв'язок, а також, що успішність льотного навчання залежить від індивідуальних особливостей організму. Ці результати експериментально підтверджують тезу про роль індивідуальності в успішності льотного навчання. Важливим у цих дослідженнях було і те, що показники типологічних властивостей ВНД, які виявляли за допомогою розроблених нами методик, мали вірогідний кореляційний зв'язок із успішністю льотного навчання. Парний коефіцієнт кореляції, що характеризує міру зв'язку льотної успішності з рівнем ФРНП і ПГМ, становив 0,29. Це дає право рекомендувати дані показники для тестів і методик під час профвідбору льотчиків.

При аналізі кореляційних матриць в обох групах обстежених були відібрані показники, які мали найбільш високі парні коефіцієнти кореляції і були, таким чином, найбільш професійно важливими, а також більшість тих показників, які отримані в результаті профвідбору в училище. У 1-й групі залишили 11 показників, у 2-й — 19. Приклад зв'язку параметрів функцій, які вивчали, з успішністю льотного навчання, а також зв'язок

цих параметрів між собою, отриманих у 1-й групі, наведено на малюнку та в таблиці. Аналогічна залежність, але іншим вільним членом і коефіцієнтами рівняння регресії, отримана і для 2-ї групи.

У кожній групі при меншій кількості перемінних хоч і змінився ко-



Кореляційний зв'язок успішності льотного навчання з показниками психофізіологічних функцій та іншими перемінними у курсантів училища.

ефіцієнт множинної кореляції, у зіставленні з більшим набором чинників, проте залишився досить високим: 0,64 — у 1-й групі та 0,63 — у 2-й. Порівняно високим був і коефіцієнт детермінації: у 1-й групі він становив 0,41; у 2-й групі — 0,40.

Таким чином, результати і цього аналізу показують високу залежність льотного навчання від властивостей ВНД, психічних функцій, складних розумових і координаційно-рухових реакцій.

Отримавши ці результати, були зіставлені та опробовані рівняння регресії для можливості використання їх у прогнозуванні успішності льотного навчання групи в цілому та (або) кожного курсанта окремо. Нижче наводимо розрахунки цих рівнянь з 11 показників:

$$X_1 = -0,524 + 0,018 \cdot X_2 - 0,042 \cdot X_3 + 0,006 \cdot X_4 + 0,011 \cdot X_5 + 0,073 \cdot X_6 + 0,075 \cdot X_7 - 0,123 \cdot X_8 + 0,003 \cdot X_9 + 0,059 \cdot X_{10} - 0,029 \cdot X_{11} + 0,623 \cdot X_{12} \quad (1)$$

де: X_1 — оцінка успішності льотного навчання (за 9-бальною шкалою);

X_2 — рівень ФРНП (кількість подразників за 1 хв);

X_3 — ПГМ — сила нервових процесів, (% помилкових реакцій за час виконання всього завдання на приладі ППЧ-2);

X_4 — тест «очки» (кількість очків, отриманих абітурієнтами при проходженні профвідбору);

X_5 — тест «компаси» (у балах);

X_6 — тест «годинники» (у балах);

X₇ — тест «числово-буквенні сполучення» (у балах);

X₈ — тест «чорно-червоні таблиці» (у балах);

X₉ — успішність виконання завдання на пристрої по профвідбору «УПО-2» (у балах);

X₁₀ — успішність виконання завдання на пристрої ДНК (у балах);

X₁₁ — латентний період реакції вибору на розумові подразники (у міліметрах);

X₁₂ — успішність виконання на льотному тренажері (у балах).

Це рівняння і його складові для 1-ї групи курсантів.

Інтеркореляційна матриця досліджуваних перемінних

Показник		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂
Успішність льотного навчання	X ₁	—	0,29	-0,29	0,35	0,27	0,31	0,29	0,01	0,22	0,23	-0,19	0,54
Рівень функціональної рухливості нервових процесів	X ₂		—	-0,80	0,33	0,27	0,17	0,31	0,35	0,25	0,00	-0,37	0,21
Працездатність головного мозку	X ₃			—	0,31	-0,20	-0,16	-0,31	-0,28	-0,22	-0,01	0,42	-0,21
Тест «очки»	X ₄				—	0,61	0,57	0,57	0,51	0,59	0,53	-0,30	0,35
«компаси»	X ₅					—	0,42	0,33	0,29	0,30	0,11	-0,10	0,32
«годинники»	X ₆						—	0,31	0,31	0,20	0,13	-0,12	0,31
«числово-буквенні сполучення»	X ₇							—	0,31	0,30	0,12	-0,46	0,30
«червоно-чорні таблиці»	X ₈								—	0,14	0,00	-0,20	0,18
Показник складної координаційно-рухової діяльності	X ₉									—	0,21	-0,25	0,18
Показник функції сприймання	X ₁₀										—	-0,09	0,12
Латентний період реакції вибору	X ₁₁											—	-0,14
Успішність навчання на льотному тренажері	X ₁₂												—
Коефіцієнт рівняння регресії		—	0,02	-0,04	0,01	0,01	0,07	0,075	-0,12	0,00	0,06	-0,03	0,62

Для 2-ї групи рівняння з 19 перемінними і має такий вигляд:

$$\begin{aligned}
 X_1 = & -1,81 + 0,06 \cdot X_2 + 0,23 \cdot X_3 + 0,03 \cdot X_4 - 0,07 \cdot X_5 + \\
 & + 0,09 \cdot X_6 - 0,03 \cdot X_7 - 0,005 \cdot X_8 - 0,16 \cdot X_9 + 0,01 \cdot X_{10} - \\
 & - 0,46 \cdot X_{11} + 0,42 \cdot X_{12} - 0,19 \cdot X_{13} - 0,003 \cdot X_{14} - \\
 & - 0,005 \cdot X_{15} - 0,005 \cdot X_{16} + 0,006 \cdot X_{17} - 0,015 \cdot X_{18} - \\
 & - 0,03 \cdot X_{19} - 0,001 \cdot X_{20}
 \end{aligned}
 \quad (2)$$

де X₁ — X₁₂ — ті ж перемінні ознаки, які представлено в рівнянні (1);

X₁₃ — тест «установлення закономірностей» (у балах);

- X₁₄ — тест «шкали» (у балах);
- X₁₅ — латентний період простої (ЛПП) зорово-моторної реакції (у мілісекундах);
- X₁₆ — ЛПП слухо-моторної реакції (у мілісекундах);
- X₁₇ — ЛПП реакції вибору (у мілісекундах);
- X₁₈ — критична частота світлових мигань (КЧСМ) на їх зникнення (у герцах);
- X₁₉ — КЧСМ на їх появу (у герцах);
- X₂₀ — максимальна кількість стукотіння телеграфним ключем («тепінг»-тест, кількість за 1 хв).

Такими абсолютними величинами досліджуваних ознак були забезпечені інтегральні оцінки успішності льотного навчання, а саме: в 1-й групі з оцінкою в 4,8 балів, у 2-й групі — у 5,08 балів. Ймовірно, що для отримання оцінки прогнозу успішності льотного навчання досить використати 11 показників, а можливо і менше. Це прискорить і час обстеження абітурієнтів, і час отримання кінцевого результату. Надійність прогнозу при застосуванні представлених вище рівнянь регресії вибірково було перевірено на курсантах із різними індивідуальними характеристиками перемінних ознак. Виявилося, що оцінки прогнозу успішності льотного навчання та оцінки, які поставили члени експертної комісії, були майже однаковими.

Висновки

Особливістю діяльності льотчика є миттєва оцінка ситуації, швидкість аналізу та обробки поступаючої інформації, прийняття часто єдино вірного рішення, подачі команди на його здійснення та реалізації її в керуванні літаком. Методом множинного кореляційного аналізу встановлений щільний зв'язок між успішністю льотного навчання та показниками психофізіологічних функцій, забезпечуючих ці особливості діяльності льотчика. З великої кількості перемінних, що нараховують 40 різних показників, найбільш важливими для навчання професії льотчика виявилися характеристики ВНД, у тому числі: індивідуально-типологічні властивості сили та функціональної рухливості нервових процесів, пам'яті, уваги, сприймання та мислення, а також параметри складних координаційно-рухливих та складних розумових реакцій. Ці характеристики є фізіолого-психологічною основою, які зумовлюють успішність навчання професійної діяльності операторів по керуванню рухомими літаючими об'єктами.

Установлений кореляційний зв'язок успішності льотного навчання курсантів із показниками досліджуваних психофізіологічних функцій свідчить про те, що особи з високими та середніми характеристиками цих функцій є найбільше здібними у здобутті навичок льотної професії, ніж особи з низькими значеннями цих властивостей.

На основі комплексного обліку ряду показників психофізіологічних функцій, які мають найбільш значні кореляційні зв'язки з успішністю професійної діяльності льотчиків, із застосуванням виведених рівнянь множинної регресії, показано доцільність використання їх для раннього прогнозування набуття навичок пілотування курсантами льотних учбових закладів.

N.V. Makarenko

DEPENDENCE OF FLYING-TRAINING ON INDIVIDUAL PSYSHOPHYSIOLOGICAL PROPERTIES OF A MILITARY STUDENT

A correlation between individual properties of the higher nervous activity, parameters of complex motor-coordination acts and success of flying training of military students has been established. Equations of multiple correlation-regression analysis are described as such that may be useful for prediction of flying training.

A.A. Bogomoletz Institute of Physiology,
National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бодров В.А., Малкин В.Б., Покровский Б.Л., Шпаченко Д.И. Психологический отбор летчиков и космонавтов. — М.: Наука, 1984. — 264 с.
2. Гребняк В.П. Физиологические и психофизиологические основы профотбора горнорабочих глубоких шахт: Автореф. дис. ... д-ра. мед. наук. — К., 1977. — 34 с.
3. Гуревич К.М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. — М.: Наука, 1970. — 272 с.
4. Зараковский Г.М., Королев Б.А., Медведев В.И., Шлаен П.Я. Введение в эргономику / Под ред. В.П. Зинченко. — М.: Сов. радио, 1974. — 352 с.
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. — М.: Высш. школа, 1973. — 344 с.
6. Макаренко Н.В. Психофизиологические функции человека и операторский труд. — К.: Наук. думка, 1991. — 216 с.
7. Макаренко Н.В., Пухов В.А., Кольченко Н.В. и др. Основы профессионального психофизиологического отбора. — К.: Наук. думка, 1987. — 244 с.
8. Покровский Б.Л. Новые методы и комплексы тестов психологического отбора летного состава // Военно-мед. журн. — 1975. — № 6. — С. 58—60.
9. Трошихин В.А., Молдавская С.И., Кольченко Н.В. Функциональная подвижность нервных процессов и профессиональный отбор. — К.: Наук. думка, 1978. — 228 с.
10. Юровских В.Г. Эффективность профессиональной деятельности человека в зависимости от его физиолого-психологических особенностей // Физиология человека. — 1984. — 10, № 1. — С. 94—103.

Ін-т фізіології ім. О.О.Богомольця
НАН України, Київ

Матеріал надійшов
до редакції 22.10.93