

УДК 159.9:629.7:656.7.086.1 (043.2)

**Булигіна О.В. к.т.н., доцент; Іванець О.Б., к.т.н., доцент; Кучеренко В.Л., к.т.н., доцент,
Оникієнко Ю.Ю., к.т.н.**

КОНЦЕПЦІЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЬОТНОГО СКЛАДУ

Ключові слова: безпека польотів, пілот, психофізіологічний стан, критерій стійкості, екстремальні умови

Забезпечення безпеки польотів є пріоритетом діяльності авіаційного транспорту і невід'ємною складовою національної безпеки. Відповідно до Конвенції про міжнародну цивільну авіацію Україна як член Міжнародної організації цивільної авіації (ІКАО) повинна дотримуватись установлених цією організацією стандартів, згідно з якими кожна держава — член ІКАО зобов'язана розробити і виконати національну програму безпеки польотів, а суб'єкти авіаційної діяльності — впровадити систему управління безпекою польотів.

Система управління безпекою польотів є сукупністю заходів із застосування єдиного підходу до управління безпекою польотів, що передбачає оптимізацію організаційної структури, розподіл відповідальності між органами державної влади та суб'єктами авіаційної діяльності, визначення політики та експлуатаційних процедур щодо забезпечення безпеки польотів. В основі управління безпекою польотів лежить системний підхід до виявлення і усунення джерел небезпеки та здійснення контролю за ризиками для забезпечення безпеки польотів з метою мінімізації людських втрат, матеріальних, фінансових, екологічних та соціальних збитків [1].

Результати аналізу причин виникнення авіаційних подій та інцидентів за останні десять років свідчать, що приблизно 80 відсотків таких подій та інцидентів сталися через помилкові дії та порушення екіпажами повітряних суден правил експлуатації (людський фактор). Тому постає проблема у знаходженні інтегрального показника, за допомогою якого можна проводити кількісну оцінку психофізіологічного стану пілотів та можливості прийняття адекватних рішень в екстремальних умовах.

На теперішній час прийняття рішення щодо допущення пілотів до виконання своїх службових обов'язків здійснює авіаційний лікар згідно правил медичного забезпечення і контролю польотів цивільної авіації України, затверджені наказом Державіаслужби від 05.12.2005 N 920 (z0044-06), зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 19.01.2006 за N 44/11918. Згідно п.13 зазначених правил: для досягнення високої ефективності медичного забезпечення видів польотів велике значення має психофізіологічна підготовка членів екіпажу. Для цього лікар авіаційної компанії повинен: брати участь у формуванні стійкості організму пілотів до факторів польоту (проведення спеціальних фізичних вправ, навчання та тренування у використанні спеціального спорядження, барокамерні випробування, вестибулярні випробування, активний відпочинок та інші заходи, які підвищують стійкість до прискорень, кисневої недостатності, заколихування, виникнення ілюзій у польоті тощо); брати участь у проведенні спеціальних тренувань щодо дій у особливих випадках польоту (тренування у кабінах літаків і на тренажерах, а також у польоті на літаках) для вивчення індивідуальних психофізіологічних особливостей авіаційного персоналу (реєстрація певних фізіологічних функцій: пульсу, дихання, спостереження за поведінкою); брати участь у визначенні раціональних норм льотного навантаження у процесі освоєння нових типів літаків із урахуванням індивідуальних психофізіологічних особливостей авіаційного персоналу, реакції організму на виконання складних видів польоту, рівня психофізіологічних можливостей; навчати авіаційний персонал вимогам авіаційної психології, фізіології та гігієни, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності; проводити психопрофілактичні та психогігієнічні заходи, що спрямовані на зниження емоційної напруги у польоті, відновлення працездатності після польотів і запобігання стомлення (навчання методам самонагляду, самоконтролю, самопідготовки, а також методу аутотренінгу тощо) [2]. Тобто перед лікарем авіакомпанії стає завдання комплексної оцінки психофізіологічного стану льотного складу, а особливо процесу прогнозування психофізіологічного стану при дії екстремальних факторів.

Прогнозування психофізіологічного стану має два аспекти: фізіологічну складову та складову психіки. Якщо оцінювання фізіологічних показників успішно проводяться медичними працівниками, то складова психіки оцінюється тільки якісно і в статичному режимі. Тому постає завдання кількісної оцінки психічної складової, а також в прогнозуванні психофізіологічного стану льотного складу.

На сьогодні визначення психологічного стану льотного складу здійснюється із застосуванням спеціально розроблених тестів, але при застосуванні методик тестового опитування обов'язкове залучення кваліфікованих експертів. До того ж, зазначені тести не забезпечують кількісного оцінювання психологічний стану пілотного складу придатного до виконання професійних задач.

На кафедрі біокібернетики та аерокосмічної медицини (БКАМ) Національного авіаційного університету проведені дослідження поведінки психіки операторів екстремальних видів діяльності. На основі дослідження електроенцефалограм та кефалографічних досліджень були сформовані кількісні показники характеристик психіки. На базі проведених досліджень пропонується підхід для оцінювання психофізіологічного стану льотного складу.

Основою даного підходу є коефіцієнт енергетичної стійкості [3]. Для визначення зазначеного коефіцієнта проаналізовано вплив особистих біоритмів та умов професійної діяльності на здатність виконувати цільову функцію. В такий ситуації потрібно оцінювати зміну психологічного стану пілотів, спрямовану на мобілізацію та підтримку фізіологічного потенціалу при екстремальній ситуації за б-ритмом електроенцефалограми. Для пілотів як операторів екстремальних видів діяльності суттєвим є співвідношення їх психофізіологічних станів, які відображаються на електроенцефалограмі б-ритмів, рівень сигналу якого на пів-порядку і більше перевищує рівень сигналів інших біоритмів, отриманих в спокійному та збудженому станах. Це дозволяє оцінити не диференційні показники, такі як амплітудно-частотний спектр, а інтегральний показник, який оцінює позитивну зміну енергії б-ритму, що відповідає мобілізації психофізіологічних ресурсів, а не просто зміну спектру сигналу [4]. Енергія випадкового процесу $x(t)$, яким є сигнал, що відповідає б-ритму, згідно з теоремою Парсеваля представляється виразом

$$E_x = \int_{-\infty}^{+\infty} |x(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{+\infty} |X(f)|^2 df, \quad (1)$$

де функція $|X(f)|^2 = S_x(f)$ характеризує розподіл енергії реалізації випадкового процесу по вісі частот. Ця функція називається спектральною щільністю реалізації. Спектральна щільність випадкового процесу може бути визначена, за допомогою теореми Вінера-Хінчина, як перетворення Фур'є від кореляційної функції

$$S_x(f) = \int_{-\infty}^{+\infty} k_x(\tau) \cdot e^{-j2\pi f\tau} d\tau. \quad (2)$$

За припущення $f = 0$ і $\tau = 0$, отримаємо

$$S_x(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} k_x(\tau) d\tau \quad \text{або} \quad \sigma_x^2 = k_x(0) = \int_{-\infty}^{+\infty} S_x(f) df. \quad (3)$$

З цього можна зробити висновок, що дисперсія σ_x^2 визначає повну енергію стаціонарного (квазістаціонарного) випадкового процесу, якій відповідає площа під кривою спектральної щільності [5].

При дослідженні психофізіологічного стану пілотів випадковим процесом $x(t)$ є флуктуація напруги електроенцефалографа, що відслідковує зміну б-ритму під час експерименту. Тому величина $S_x(f)$ буде мати розмірність енергії $[B^2 / \Gamma\text{ц}] = [B^2 \cdot \text{с}]$. Якщо розглядати σ_x^2 як середню потужність на опорі 1 Ом, то $S_x(f)$ буде означати спектр потужності випадкового процесу.

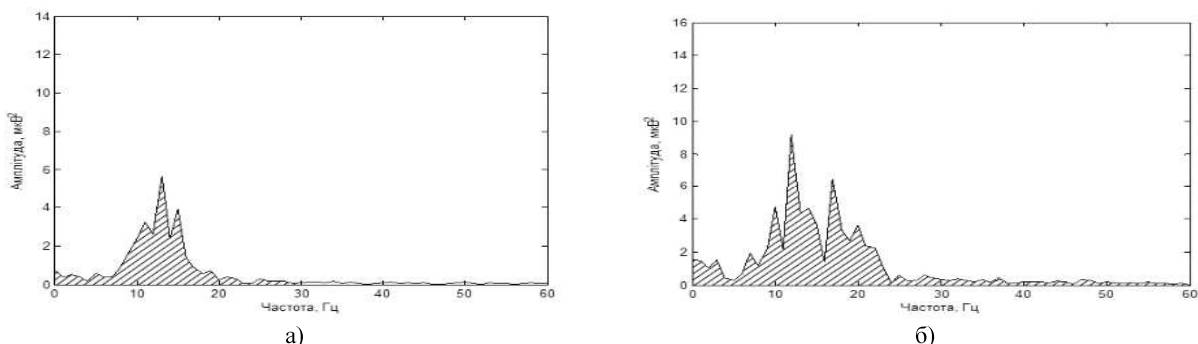


Рисунок 1 - Результати аналізу спектральної потужності α -ритму біосигналу: а) у стані спокою; б) у стані збудження

На рисунку 1 наведена спектральна щільність потужності електроенцефалограми оператора за один цикл випробування. Між графіками *a* і *b* існує суттєва відмінність між площами під кривими спектральної щільності потужності. Більш того, спектральна щільність потужності, а тим самим і енергетика оператора в збудженому стані більше, ніж в заспокійливому. Це відповідає здібності пілота мобілізувати свої психофізіологічні можливості в збудженому стані, що дозволяє більш ефективно виконувати свої функціональні (професійні) обов'язки [5].

Таким чином, за допомогою відносного показника, коефіцієнта енергетичної стійкості $\theta = \frac{P_{cn}}{P_{cb}}$, що відповідає відношенню певних енергій сигналів б-ритму, отриманих в спокійному (фоновому) стані і при збудженні є можливість проводити кількісну інтегральну оцінку психофізіологічного стану льотного складу для роботи в екстремальних умовах. На кафедрі БІКАМ розроблена та впроваджена програма, що дозволяє моделювати коефіцієнт енергетичної стійкості та може бути ефективно застосована для оцінювання льотного складу з метою прогнозування психофізіологічного стану [6].

Висновки: Запропонований підхід надає можливість кількісної оцінки психофізіологічного стану пілотів. Підхід оснований на визначенні коефіцієнту енергетичної стійкості, який надає можливість кількісно оцінити стан пілота в екстремальних умовах при виконанні професійної діяльності. В подальшому за результатами фізичного моделюючого експерименту можна визначити допустиме розсіювання коефіцієнта енергетичної стійкості та визначити статистичний критерій для оцінювання професійної придатності пілотів, в якому, в якості норми, буде прийняте розсіювання коефіцієнта енергетичної стійкості в екстремальних умовах.

1. *Розпорядження Кабінету Міністрів України від 5 березня 2009 р. № 273-р щодо державної цільової програми безпеки польотів на період до 2015 року.*

2. *Наказ від 05.12.2005р. № 920 Про затвердження Правил медичного забезпечення і контролю польотів цивільної авіації України.*

3. *Володарський Є.Т. Статистичне оцінювання професійної придатності операторів екстремальних видів діяльності / Є.Т. Володарський, О.В.Булигіна// Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. ВНТУ-2012. №3(25). – С.71-78. – ISSN 1999-9941.*

4. *Методика експериментальних досліджень щодо оцінювання професійної придатності операторів транспортних засобів, Автошляховик України. Вісник центрального наукового центру транспорт-ної академії України. – 2015. – № 1-2. – С. 9 – 11..*

5. *Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы / С. И Баскаков//— 3-е изд.— М.: «Высшая школа», 2000. – 462 с.— ISBN 5-06-003843-2*

6. *Авторське свідоцтво № 52712 Україна, Розрахунок інформативних параметрів електроенцефалограми для оцінювання психофізіологічного стану операторів / Булигіна О.В., Кузовик В.Д., Гордєєв А.Д.; заявник Національний авіаційний університет – №52986 заявл. 22.10.2013; опубл. 20.12.2013р.*