

Оцінювання стану працездатності авіаційних операторів

Національний авіаційний університет

Постановка проблеми в загальному вигляді. Робота авіаційного оператора (АО) представляє собою складну розумову діяльність. Крім хорошого фізичного здоров'я, повноцінного зору та слуху, АО повинен володіти стабільною увагою, опірністю до різних зовнішніх негативних впливів, розсудливістю, швидкістю умовиводів, рішучістю, добросовісністю, акуратністю, здатністю виконувати складні рухи, доброю оцінкою швидкості, відстані та часу, доброю зоровою пам'яттю і т.д.

Актуальними проблемами, що характеризують психофізіологію діяльності АО, являються такі:

- посилення нервово-психічної напруженості у зв'язку з можливістю повного чи часткового відмовлення обладнання, усвідомлення можливостей збоїв, наприклад, дзеркального відображення, затримок і ін.;
- "утрата пильності", викликана зниженням активності ряду психічних функцій (пам'яті, уваги);
- необхідність більш ретельного розподілу операторських функцій;
- наростаючий вплив факторів монотонності та втоми;
- підвищення вимог до розумових процесів;
- відсутність умов, що сприяють формуванню тривимірного образу повітряної обстановки, важливого для швидкої оцінки погрози зіткнення в умовах відмовлення.

Надійність та ефективність діяльності АО являється функцією від його стану. Комплекс характеристик людини, що використовується для оцінки її надійності, може бути визначений через поняття "працездатність" (такий стан людини, при якому вона у даний момент часу відповідає усім вимогам до основних функцій, що необхідні для виконання задачі). Відомо, що працездатність не являється постійною величиною. Вона змінюється в процесі виконання роботи. При цьому її зміни залежать від індивідуальних особливостей оператора, рівня його підготовки, дій, які він виконує, організації робочого місця. Тому створення стандартного режиму роботи не вирішує задачу збереження необхідного рівня працездатності даного конкретного АО на протязі встановленого часу. Ефективніше збереження стану високої працездатності в умовах постійного впливу стресорів фізико-хімічної та соціально-біологічної природи можливо лише за рахунок динамічного контролю за психофізіологічними резервами, що забезпечують компенсацію порушення функцій та систем організму.

Аналіз досліджень та публікацій. Зниження працездатності і функціональних резервів відзначається в тих випадках, коли порушується планування льотного навантаження, а також режим праці, відпочинку і харчування. Найбільше часто виражений розвиток втоми має місце при інтенсивному професійному навантаженні, що перевищує фізіологічні і психологічні можливості конкретного льотчика, у тривалих польотах, після тривалих перерв у льотній роботі, коли відбулася детренованість психофізіологічних систем організму і т.п. При зниженні функціональних резервів організму значно раніше розвивається втома в польоті. При розвитку втоми у льотчика страждає його пам'ять, всі дії

(сенсорні, моторні, інтелектуальні) стають більш уповільненими. У кінцевому рахунку, це приводить до зниження надійності льотчика в ситуаціях, що вимагають швидкої реакції, правильних оперативних рішень і дій. Навіть у комерційних компаніях США найчастіше реєструються серйозні помилки екіпажу у результаті порушення стандартів режиму праці та відпочинку. По причині втоми помилки здійснюють, як правило, двомісні екіпажі, які працюють по 11- 13 годин [1].

Розрізняють в основному дві форми втоми: гостра та хронічна. Однак для операторської діяльності особливий інтерес представляє форма втоми, що займає проміжне положення між двома цими основними формами - кумулятивна чи втома, що накопичується [2]. У літературі наводяться дані про те, що дія гострої втоми зв'язана головним чином з короткочасними порушеннями психомоторних реакцій, по мірі накопичення втоми зазначені розлади психомоторних реакцій прогресують, учащаються і, отже, приводять до зниження загальної ефективності оператора як основної ланки ергатичної системи «оператор-машина-середовище». Подібне зниження викликає збільшення потоку помилок оператора аж до припинення діяльності.

Кумулятивна втома розвивається внаслідок неповноцінного відпочинку між декількома послідовними, повторними періодами напруженої чи тривалої операторської діяльності. Вона розвивається поступово протягом ряду днів чи тижнів. У результаті в оператора настає погіршення якості діяльності, подібно наслідку гострої втоми. Погіршується техніка пілотування у льотчиків, падає критичність керування повітряним рухом у диспетчерського складу, виникають зміни, що обумовлені зниженням загального рівню функціонального стану оператора.

Розрізняють два предпатологічних функціональних стани – перенапруження та перевтомлення. Якщо напруження фізіологічних функцій в період праці (їх інтенсивність) перевищує певний рівень або триває довго, воно переходить у перенапруження. Основною ознакою перенапруження є неадекватна регуляція функцій, яка призводить до несприятливих для організму змін, які є в основному оборотними. Ознаками неадекватності регуляції можуть бути порушення взаємозв'язку між окремими системами, неекономічне включення в регуляцію багатьох центрів. Виявити ознаки перенапруження в період праці вдається не завжди. Якщо перенапруження виражено не різко або розвивається в таких ланках функціональної системи, показники яких неможливо безпосередньо реєструвати, то в динаміці роботи його ознаки можуть не виявлятися. Однак при багатократному повторенні перенапруження несприятливі зрушення, що пов'язані з ним, кумулюють та їх можна виявити за допомогою фізіологічних показників. В цьому плані процес хронічного перенапруження тісно пов'язаний з перевтомою. Основним критерієм перевтоми є зниження працездатності, викликане роботою, яка не відновлюється в умовах відпочинку до початку наступного робочого дня [3].

З біофізичної точки зору істотним аспектом втоми є те, що якість операторської діяльності погіршується в залежності від тривалості і напруженості операторської праці при виконанні цільових професійних задач. Наприклад, під впливом втоми в льотчика спостерігаються порушення відліку часу і тонкої рухової координації, підвищення мінливості показників працездатності і погіршення стандартних показників якості діяльності.

Постановка задачі. Зміни в організмі під впливом втоми можуть поступово привести до розвитку патології. Але на початковому етапі такі зміни є повністю оборотними. Предпатологічні функціональні стани не потребують при їх

своєчасному виявленні лікувальних заходів, зміна режими праці та відпочинку, правильне харчування, використання фізичних методів реабілітації можуть повністю відновити стан нормальної працездатності.

Тому, ефективніше збереження працездатності в умовах постійного впливу стресорів фізико-хімічної та соціально-біологічної природи, можливо лише за рахунок динамічного контролю за психофізіологічними резервами, що забезпечують компенсацію порушення функцій та систем організму. Необхідне встановлення ранніх ознак порушення здоров'я, коли біохімічні та функціональні зрушення являються повністю оборотними.

Вивчення динаміки психофізіологічного стану АО. Уведення імовірнісної міри (процес навчання) у просторі медико-фізіологічних ознак було запропоновано А.А. Генкіним та реалізовано у системі "Оболонка медичних інтелектуальних систем", застосовуються інтервальні та бінарні структури [4].

Оскільки вплив професійної діяльності проявляється у зміні психофізіологічного стану (ПФС), нами пропонується для оцінки величини та напрямку зміни ПФС використовувати величини змін кількісних показників, що характеризують функціональний стан організму.

Нехай вектор $\mathbf{x}=\{x^1, x^2, \dots, x^n\}$ – набір з n значень кількісних та якісних ознак, елемент n – мірного простору ознак. Різні вектори $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N$ містять інформацію про стан N обстежуваних (або інформацію про стан одного досліджуваного у N моментів часу).

Множину векторів $\{\mathbf{x}\}=\{\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_N\}$, що обумовлені певним початковим ПФС F , будемо називати образом у просторі станів та зазначимо, як $\{\mathbf{x}\}_F$.

Нехай $Q(x_i)$, $i = 1, 2, \dots, n$ –діапазон припустимих значень ознаки (для ознак, що перераховуються це не діапазон, а дискретна множина).

В теоретичному, ідеальному випадку $\{\mathbf{x}\}_F$ може бути представлено як підмножина прямого добутку $Q(x_1) \times Q(x_2) \times \dots \times Q(x_n)$. Якщо замість оцінки середніх та коефіцієнтів кореляції користуватись імовірнісними мірами для усіх $Q(x_i)$ та для усіх бінарних відношень $Q(x_i) \times Q(x_j)$, то тим самим розширюються можливості описування інформації про різноманіття більш загального вигляду. Таким чином основна інформація про $\{\mathbf{x}\}_F$ міститься у множині S одномірних та двомірних елементів [4]:

$$S \subset \{Q(x_1), Q(x_2), \dots, Q(x_n), \\ Q(x_1) \times Q(x_2), Q(x_1) \times Q(x_3), \dots, Q(x_1) \times Q(x_n), \\ Q(x_2) \times Q(x_3), Q(x_2) \times Q(x_4), \dots, Q(x_2) \times Q(x_n), \dots, Q(x_{n-1}) \times Q(x_n)\}.$$

Маємо відображення: $\{\mathbf{x}\}_F \rightarrow S$.

Для оцінки напрямку та величини зміни ПФС під впливом професійної діяльності ми пропонуємо ввести додаткову підмножину.

Нехай $\{\mathbf{x}\}_{F_1}, \{\mathbf{x}\}_{F_2}, \dots, \{\mathbf{x}\}_{F_m}$ – множини векторів – образів у просторі, що ініціюються ПФС F_1, F_2, \dots, F_m при багаторазовому дослідженні однієї особи.

При цьому допустимий діапазон значень першої ознаки при переході досліджуваного від стану F до F_m зазначимо, як Δ_1 , відповідно другій ознаки - Δ_2 і так далі. Ці величини утворюють множину змінних значень психофізіологічних показників (ПФП) $\{\Delta\}=\{\Delta_1, \Delta_2, \dots, \Delta_N\}$. Тоді $Q(\Delta_i)$ – діапазон допустимих значень зміни x_i при переході від F до F_m .

Тоді інформацію про ПФС F_m з урахуванням величини та напрямку його зрушень у порівнянні зі станом F міститься у множині V одномірних та двомірних елементів:

$$V \subset \{Q(x_1), Q(x_2), \dots, Q(x_n), \\ Q(x_1) \times Q(x_2), Q(x_1) \times Q(x_3), \dots, Q(x_1) \times Q(x_n), \\ Q(x_2) \times Q(x_3), Q(x_2) \times Q(x_4), \dots, Q(x_2) \times Q(x_n), \dots, Q(x_{n-1}) \times Q(x_n), \\ Q(\Delta_1), Q(\Delta_2), \dots, Q(\Delta_n), \\ Q(\Delta_1) \times Q(\Delta_2), Q(\Delta_1) \times Q(\Delta_3), \dots, Q(\Delta_1) \times Q(\Delta_n), \\ Q(\Delta_2) \times Q(\Delta_3), Q(\Delta_2) \times Q(\Delta_4), \dots, Q(\Delta_2) \times Q(\Delta_n), \dots, Q(\Delta_{n-1}) \times Q(\Delta_n)\},$$

де підмножина $\{Q(\Delta_1), Q(\Delta_2), \dots, Q(\Delta_n), Q(\Delta_1) \times Q(\Delta_2), Q(\Delta_1) \times Q(\Delta_3), \dots, Q(\Delta_1) \times Q(\Delta_n), Q(\Delta_2) \times Q(\Delta_3), Q(\Delta_2) \times Q(\Delta_4), \dots, Q(\Delta_2) \times Q(\Delta_n), \dots, Q(\Delta_{n-1}) \times Q(\Delta_n)\}$ відображає імовірнісні міри для усіх $Q(\Delta_i)$ та для усіх бінарних відношень $Q(\Delta_i) \times Q(\Delta_j)$. Назвемо цю підмножину динамічною підмножиною ПФП. Цей показник характеризує направленість та величину зрушень ПФС.

У такому разі маємо відображення: $\{x\}_F \rightarrow V$.

Найбільш важливу інформацію про стан F_m несе динамічна підмножина ПФП, що характеризує фізіологічні процеси при зміні ПФС від стану F до стану F_m . Введення імовірнісної міри для змінних значень ПФП та для їх бінарних відношень дає можливість оцінити не тільки існуючий стан досліджуваного, а й охарактеризувати перехідний процес між цими двома станами та здійснювати подальший прогноз стану працездатності. Змінні значення ПФП характеризують фізіологічні зміни під впливом внутрішніх та зовнішніх факторів.

Аналіз одного дослідження без порівняння з попередніми дає можливість оцінити ПФС, але прогнозування при цьому неможливе. Загальний підхід до визначення працездатності та надійності АО передбачає багаторазове дослідження [5, 6].

Висновок. Запропонований імовірнісно-статистичний підхід до оцінювання динаміки працездатності робить можливим використання кількісних показників, що характеризують ПФС у комп'ютерних діагностичних комплексах.

Список літератури

1. Пономаренко В.А. Философия «лавочной авиации» - угроза безопасности полетов // Вестник МАКЧАК - М., 1998. - №2, - С.49 – 54.
2. Аксенов О.Б. К вопросу прогноза и оперативной оценки работоспособности операторов авиационных эргатических систем / Авиационная эргономика: Межвузовский сборник научных трудов. - К., М – во ГА, КИИГА, 1979.-С.- 110 – 114.
3. Навакатилян А.О. Стресс и профилактика его неблагоприятного действия.- К.: Об – во «Знание» УССР, 1981.- С.3 –5.
4. Генкин А.А. Новая информационная технология анализа медицинских данных. – С.-Пет.: Политехника, 1999. – 190с.
5. Ударцева Т.Є. Урахування психофізіологічних обмежень авіаційних операторів як шлях попередження авіаційних подій // АВІА- 2003: Матеріали V Міжнародної науково – технічної конференції. – Київ, 2003. – Т.2. – с.24.105- 24.110
6. Ударцева Т.Є. Метод визначення працездатності авіаційних операторів // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – Харьков: НАКУ «ХАИ», 2006. – Вып.31. – С. 99 – 103.