

УДК 538.56:53.01.087.4+697.922:628.852.2

Тетяна Федорівна Козловська,

*кандидат технічних наук, доцент, викладач вищої категорії
Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС*

Валентина Миколаївна Сиволожська,

*викладач вищої категорії,
Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС*

Олена Вікторівна Давітая,

*викладач вищої категорії
Кременчуцького льотного коледжу ХНУВС*

ВПЛИВ МІКРОКЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА РІВЕНЬ КОМФОРТНОСТІ РОБОТИ ПІЛОТІВ

Дослідженнями встановлено, що 80 % життя людина проводить у приміщеннях різного призначення, з яких 40 % – або на робочому місці, що вимагає підвищення рівня працездатності та психоемоційної активності [1–3].

Слід підкреслити, що під час польотів пілотам постійно доводиться «включати» сприйняття, мислення, пам'ять, уяву, уважність, зосередженість, що викликає внутрішнє напруження організму та, як наслідок, – стомлюваність і стомлення. При цьому пілот сприймає і переробляє інформацію, яку надають прибори, і візуальну інформацію, яку він отримує ззовні, переробляє на інтелектуальному, підсвідомому, психоемоційному рівнях, використовує навички і вміння; оптимально мобілізує свої резервні можливості; концентрує розумові зусилля на досягненні поставленої мети. Також у польотних умовах реалізується комунікативна функція психіки, яка виявляється у спілкуванні людини одна з одною з урахуванням індивідуальних властивостей особистості.

У таких умовах особливу увагу варто приділити мікрокліматичним параметрам кабін гелікоптерів.

У зв'язку із вищевикладеним необхідно вміти регулювати мікроклімат у кабінах пілотів, знати стан особливості теплообміну організму у випадку психоемоційного та розумового напруження, а від так – стан вентиляції, оскільки недотримання гігієнічних вимог до повітряного режиму погіршує сприйняття інформації, впливає на стан здоров'я з часом.

Робота пілотів супроводжується витратами енергетичних запасів організму, оскільки потреба мозку в енергії підвищується і становить 15–20 % від загального об'єму енергії, яка витрачається в організмі. При цьому вживання кисню кори головного мозку збільшується в п'ять разів, а також значно активізуються аналітичні та синтетичні функції центральної нервової системи, прийом і переробка інформації, виникають функціональні зв'язки, нові комплекси умовних рефлексів, зростає роль функцій уваги, пам'яті, навантаження на зоровий та слуховий апарат.

Для роботи характерні: суттєвий рівень стресів під час прийняття відповідних рішень у польотних режимах, мала рухливість, вимушена статична поза – все це зумовлює застійні явища у м'язах ніг, органах черевної порожнини і малого тазу, погіршення постачання мозку киснем, зростання потреби в глюкозі. Одночасно погіршується робота органів зору: стійкість ясного бачення, гострота зору, адаптаційна можливість ока. Слід також зазначити, що у таких умовах присутній найбільший ступінь зосередження уваги – у середньому у 5–10 разів вище, ніж при фізичній праці [1–3]. І на завершення – розвивається особливий стан організму – стомлюваність, що з часом може перетворитися на стомлення та перевтому. Все це призводить до порушення нормального фізіологічного функціонування організму. У роботі пілотів мають місце зсуви у вегетативних функціях: підвищення кров'яного тиску, зміни електрокардіограми, вентиляції легень і вживання кисню, підвищення температури тіла.

Робота пілотів характеризується трифазним характером. *Перша фаза* – фаза «впрацьованості», коли підвищується активність центральної нервової системи, зростає швидкість обмінних процесів, посилюється енергообмін в організмі, стає більш активною діяльність серцево-судинної системи та, як наслідок, призводить до активізації розумової працездатності. *Друга фаза* – фаза сталої працездатності, у цей період відзначається оптимальний рівень функціонування ЦНС, ефективність праці максимальна. *Третя фаза* – фаза зниження працездатності, пов'язана з розвитком стомлюваності та настанням стомлення.

Тривалість кожної з цих фаз залежить як від індивідуальних особливостей центральної нервової системи людини, так і від умов середовища, мікрокліматичних параметрів, у яких виконується

робота, від виду і характеру сприйняття та переробки інформації, від емоційного і фізичного стану організму. Розуміння процесів зміни розумової працездатності дозволяє попередити і віддалити настання стомлюваності та стомлення.

Відповідно до біологічних ритмів пік працездатності приходить на 11 годин ранку; фаза сталої працездатності спостерігається приблизно до шістнадцятої години, а потім починається третя фаза – зниження працездатності. Отже, відповідно до встановленого, основною проблемою є продовження тривалості другої фази. Це може бути досягнуто за рахунок забезпечення оптимального – комфортного – мікроклімату в кабіні пілота.

Нами запропоновано визначати відносний рівень зниження розумової працездатності (χ_{rt}) за зміною отриманої кількості вірних відповідей у часі та за зміною загального часу ($\chi_{rt}(t)$), що витрачений на отримання вірних відповідей – «рівень загальмованості» розумової працездатності, за наступними виразами:

$$\chi_{rkt} = \frac{A_{\phi 1}(T_1) - A_{\phi 2}(T_2)}{A_{\phi 1}(T_1)} \cdot 100\% \quad (1)$$

$$\chi_{rkt}(t) = \frac{t_{\phi 1}(T_1) - t_{\phi 2}(T_2)}{t_{\phi 1}(T_1)} \cdot 100\% \quad (2)$$

де $A_{\phi 1}(T_1)$ – швидкість прийняття рішення при $T=22-23$ °C, $\phi = 49$ % (рівень комфортності); $A_{\phi 2}(T_2)$ – швидкість прийняття рішення при $T=33$ °C, $\phi=52$ % (рівень підвищеного дискомфорту); $t_{\phi 1}(T_1)$ – час, витрачений на прийняття рішення при $T=22-23$ °C, $\phi=49$ %; $t_{\phi 2}(T_2)$ – час, витрачений на прийняття рішення при $T=33$ °C, $\phi=52$ %.

Очевидно, що при підвищенні температури та відносної вологості повітря вище нормованого значення час прийняття рішення у польотних ситуаціях буде збільшуватись. Окрім того, суттєву роль відіграє вік пілота як показник сформованості та усталеності фізіологічних функцій організму (зростає з віком).

Окремим питанням при визначенні комфортності умов праці пілотів стає вплив існуючих електромагнітних полів (ЕМП) при роботі двигунів гелікоптерів.

Теорії впливу ЕМП на стан здоров'я людини базуються на розгляді низки первинних механізмів, а саме:

– *іон-резонансний механізм*, який характеризується тим, що ЕМП діє на біологічно важливі іони, а саме Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ та ін. Так, на прикладі іонів Ca^{2+} встановлено, що під впливом ЕМП іони Ca^{2+} утрачають гідратну оболонку та переходять у в'язкий стан, що призводить до неактивного функціонального стану клітини. Опис зазначеного процесу з точки зору класичної фізики недостатньо коректний;

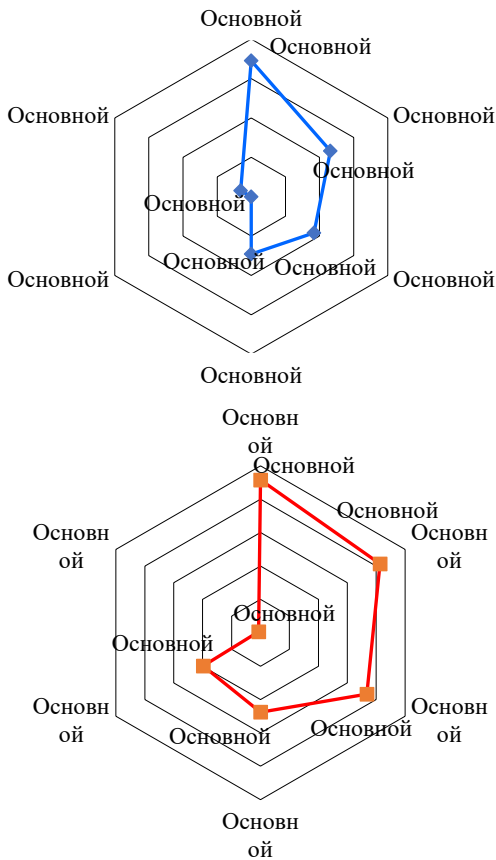
– *гідратний механізм*. Тіло людини на 70–80 % складається з води, а ЕМП впливає на фізико-хімічні властивості води, водяних розчинів й колоїдних систем. Первинним акцептором слабких ЕМП є водяна фаза, фрактальна квазікристалева структура, яка реально знаходиться в метастабільному стані та постійно змінюється внаслідок спонтанного перебігу в ній вільнорадикальних процесів і спонтанних перебудов просторової організації водневих зв'язків. Отже, зміна властивостей водяної фази призводить до змін динаміки внутрішньо молекулярних сегментів білкових молекул, і, як наслідок, до зміни структурно-функціональних властивостей білків;

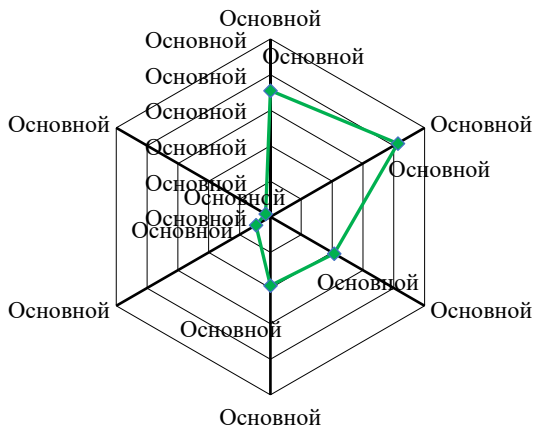
– *механізм генерації активних форм кисню* – опосередковий чинник через структурну перебудову молекул води. Це пов'язано з тим, що під час перебудови молекул води при взаємодії кластерів відбувається розрив ковалентних зв'язків у молекулі води та генерації атомів водню та гідроксірадикалів [3]. Отже, підвищення кількості вільних радикалів у воді призводить до збільшення кількості розривів ДНК [3];

– *механізм створення модифікованих форм білків* запускається зі зміною гідрофобних властивостей в біомакромолекулах при зв'язуванні неполярних молекул з біополімерами та мембранами, зміною властивостей подвійного шару та продукції вільних радикалів, що в подальшому призводить до підсилення впливу руйнуючого чинника при взаємодії з ЕМП [3].

Результати наших розрахунків і моделювання біохімічних процесів показали, що найбільшим змінам піддаються жирові, м'язеві тканини, костний і головний мозок (рис. 1). Достовірний взаємозв'язок встановлено між діелектричною проникністю і тангенсом кута діелектричних втрат (коефіцієнт кореляції Пірсона 0,9804).

Також під дією електромагнітних полів відбувається заміна хімічно і біологічно активних D(-)-ізомерів амінокислот, білків, пептидів на неактивні D(+)-, L(-)-ізмери, тобто в загальному випадку утворюються рацемати – біохімічні структури, не здатні реагувати на дію ЕМП, що призводить до втрати захисних властивостей біологічних тканин, органів і систем від впливу ЕМП. У зв'язку з цим, необхідно більш детально проаналізувати причини втрати захисних властивостей. На наш погляд, це пов'язано з утратою захисного бар'єру м'язевих тканин, порушенням функцій головного та кісткового мозку (рис. 1).





в)

Рисунок 1 – Глибина проникнення електромагнітних полів у: а – м'язеві тканини; б – костний мозок; в – головний мозок

Отже, ідентифікація небезпеки дискомфорту середовища перебування пілотів – це свого роду процес встановлення причинно-наслідкових зв'язків між впливом мікрокліматичних параметрів і змінами в стані здоров'я людини.

Список бібліографічних посилань

1. Мартынюк В. С., Цейслер Ю. В., Темурьянц Н. А. Интерференция механизмов влияния слабых электромагнитных полей крайне низких частот на организм человека и животных. *Геофизические процессы и биосфера*. 2012. Т. 11, № 2. С. 16–39.
2. Бинги В. Н., Савин А. В. Физические проблемы действия слабых магнитных полей на биологические системы. *Успехи физических наук*. 2003. Т. 173, № 3. С. 265–300.
3. Evaluation of genotoxic effect of low level 50 Hz magnetic fields on human blood cells using different cytogenetic assays / A. Testa et al. *Bioelectromagnetics*. 2004. Vol. 25, No. 8. Pp. 613–619.

Одержано 30.04.2020

