

**Р.М. Джафарзаде, проф., д-р техн. наук**

*Академія цивільної авіації Азербайджанської республіки*

**О.М. Медведенко, асп.**

*Кіровоградський національний технічний університет*

**М.Ф. Михайлік, ст.наук. співр., канд. психол. наук**

*Державна льотна академія України*

## Проблеми порушення закону Йеркеса-Додсона в особливих випадках польоту

Спираючись на дані детального аналізу статистики авіаційних подій, доведена можливість порушення відомого закону Йеркеса-Додсона в особливих ситуаціях польоту та запропоновано використовувати отримані результати для розробки моделей врахування людського чинника в екстремальних умовах експлуатації літаків.

**безпека польотів, людський чинник, екстремальні умови експлуатації літаків, оптимальне робоче навантаження пілотів, закон Йеркеса-Додсона**

**Постановка проблеми.** Враховуючи вплив людського чинника (ЛЧ) на безпеку польотів (БП) [1-3], питання робочого навантаження членів льотних екіпажів (ЧЛЕ) повітряних суден (ПС) є перманентно актуальним навіть в умовах активної автоматизації відповідних процесів і впровадження "скляних" пілотських кабін [4-6], адже будь-яка відмова авіаційної техніки (АТ) може вивести екіпаж як за критичні технічні обмеження її експлуатації, так і за психофізіологічні можливості усунення наслідків відмов. Недостатня увага до зазначеної проблеми призвела до того, що сучасні моделі льотної експлуатації ПС [7] є недосконалими і не дозволяють повною мірою дослідити відповідні процеси. Дана проблема вже частково розглядалася в праці [8]. Накопичені за минулі роки факти, тільки підтвердили її наявність.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Як відзначалося в [9], питання, що викликає гарячі суперечки вже протягом п'ятдесятих років формулюється так: чи є емоція порушенням поведінки або, навпроти, це організуюча реакція? Ч. Дарвін, В.Б. Кеннон, Р.В.Липер (1948) вважали в цілому, що емоція є корисною і що вона являє собою адаптивний процес завдяки здійснюваній нею енергетичної мобілізації у відповідь на вимоги середовища. Навпроти, більшість інших дослідників розглядають емоцію як дезорганізацію, порушення діяльності. Ця суперечка виникла в основному через неточне визначення двох термінів: емоції й організації.

Як відзначають П. Фресс і Ж. Піаже, якщо під емоцією розуміти рівень активації інстинкту, або в більш загальній формі мотивації, то тоді саме емоція визначає адаптацію. Але в такому випадку ми не зможемо описати і, *a fortiori*, пояснити той факт, що сильна мотивація викликає порушення поведінки, що визнавав Р.В. Липер [9]. Таким чином, емоція відповідає такому зниженню рівня адаптації, що настає, коли мотивація є занадто сильною в порівнянні з реальними можливостями суб'єкта. Емоція - це страх, гнів, горе, іноді радість, особливо надмірна радість. Іноді термін "емоція" вживається як синонім "почуття", наприклад у виразі "естетична емоція", або для позначення будь-якого "щиросердечного руху" суб'єкта [9].

Сучасна психологія вважає "емоції інтегральними реакціями організму на впливи факторів зовнішнього і внутрішнього середовища, а також результати власної діяльності, що виявляються в суб'єктивних переживаннях тієї або іншої модальності й

інтенсивності (типу люті, страху, радості й ін.), специфічними руховими реакціями (міміка, жести) і неспецифічними зрушеннями в діяльності внутрішніх органів” [10, с.60].

Термін "організація" є ще більш двозначним. Його розуміють, головним чином, як упорядкованість на відміну від дезорганізації. Слід уточнити деякі аспекти того явища, яке Д.О. Хебб (1949) називає емоційним “розладом”. Подібно тому, як існують різні рівні організації поведінки, маються також різні рівні її дезорганізації. У [9] поданий приклад з учнем, який складає усний іспит і має надлишкову мотивацію в порівнянні з його можливостями. При слабкому рівні дезорганізації емоція може виражатися у виді невластивих йому і зайвим вегетативним реакціям: во-логі руки, загальна напруга, утруднена травлення, збудженість. Ці органічні розлади, якщо вони не занадто сильні, можуть сполучитися з високою успішністю на іспиті. При більш значному рівні дезорганізації особа, яка екзаменується, губиться, приходять у замішання, порушення охоплюють саму психічну діяльність: неясність думок, провали пам'яті, вербальні утруднення. Вегетативні прояви стають ще більш сильними: сльози, почервоніння або збліднення й іноді навіть, непритомність. Х. Валлон (1949) в іншому зв'язку говорив, що система життєвих відносин порушується і вона як би заслоняється гіпертонічними або гіпотонічними проявами вегетативної нервової системи. Питання про те, чи є емоція організуючою або дезорганізуючою, не слід плутати з питанням, корисна вона чи ні. У тварин емоційні реакції більш стереотипні, ніж у людини, і для кожного виду вони специфічні. У людини ж, крім того, є можливість інакше використовувати ті реакції, що спочатку були лише дезорганізуючими [9].

Повернемося до емоційної поведінки. Вона зустрічається, мабуть, лише тоді, коли мотивація стає занадто сильною. Між мотивацією й емоцією маються подібності і розходження. Щоб відбулася адаптація до задач, що виникають перед нами, необхідна достатня мотивація. Однак якщо мотивація занадто сильна, людина позбавляється частини своїх можливостей, і адаптація стає менш адекватною дійсності. Тоді в діяльності з'являються ознаки емоцій, і, іноді, адаптивна поведінка порушується, цілком замінюючись емоційними реакціями. Існує оптимум мотивації, за межами якого виникає емоційна поведінка. Поняття оптимуму мотивації зв'язане з адекватністю або неадекватністю реакцій на ситуацію. Цей зв'язок відповідає відношенню між інтенсивністю мотивації і реальних можливостей суб'єкта в конкретній ситуації. Як вважав Ф.А. Хоудж (1935), “емоційні реакції зворотно пропорційні здібності вищих мозкових центрів протистояти даній ситуації” [9]. Таке розуміння цілком узгоджується з існуванням континуума як у плані внутрішніх переживань - від слабких почуттів до сильних, так і у фізіологічному плані - від слабкої активації до сильного. “Ідея оптимуму мотивації, по суті, настільки ж стара, як і людська думка, і моралісти завжди засуджували надмірні пристрасті, через які людина втрачала контроль над собою” [9].

Саме тому визнається, що інтенсивна стимуляція негативно позначається на ефективності діяльності людини, точніше кажучи, на адаптації до задач, що безупинно ставить перед нею середовище. Як говорив у 1920 р. Х. Пьерон, “об'єктивно емоція, видимо, характеризується також досить сильною дифузійною реактивністю, що виходить за рамки відповідей, які безпосередньо відповідають збудженню”. Навіть психологи, які визнають континуум активації, відзначають це порушення адаптації, що виникає, коли інтенсивність ситуації стає занадто сильною. Так, Д.Б. Линдслей (1957) показав, що, коли активація стає надмірною, ефективність людини погіршується, з'являються ознаки дезорганізації й ослаблення контролю. Однак експериментальний доказ існування оптимуму мотивації був отриманий набагато пізніше через труднощі експериментального вивчення емоцій. Перші роботи, у яких був виявлений цей оптимум, не стосувалися власне емоцій, але вони установили залежність між показником активації і якістю виконання. Р.М. Йеркс і Дж.Д. Додсон (1908) були першими, хто знайшов оптимум мотивації у тварин [11]. Е. Даффи (1932) установила,

що результати обстеження дітей, які були надмірно напружені (напруга вимірялася за допомогою динамографу), виявилися гірше. Вона знову висловила думку про існування оптимуму напруги, що залежить від задачі й індивідів. Найбільш важливий експеримент був поставлений Дж. Фрименом (1940). Він вимірював в одного випробуваного час реакції й одночасно рівень опору шкіри (шкіряно-гальванічна реакція, ШГР). Ці виміри, зроблені протягом декількох днів і в різний час доби, дали результати, подані на рис. 1, де чітко видний оптимум активації. Х. Шлосберг (1954), сумніваючись у цьому, повторив експеримент, вимірюючи крім часу реакції тремор руки (амплітуду тремтіння). Зіставивши ці два виміри з опором шкіри, він одержав ту ж саму криву з максимумом. З цими результатами вивчення спонтанного континуума активації, оцінюваної за фізіологічними показниками, варто зіставити дані, що свідчать про те, що з посиленням мотивації підвищується якість виконавчих дій, але до певно встановленої межі: якщо вона занадто велика, виконання погіршується.

Дослідження Р.Дж. Стеннетта (1957) показує відношення між активацією, мотивацією і виконанням. Задача дослідження була пов'язана зі слуховим спостереженням (tracking): випробуваний мав повертати ручку так, щоб зник звук. При цьому крапка, що відповідає нулеві, періодично зрушувалася програмістом. Після навчання випробуваного вводилися три рівні мотивації: 1) слабка мотивація: задача представлялася як калібрування приладу; 2) середня: невеликі винагороди за успіхи; 3) сильна: велика винагорода за успіх, електричні удари за невдачу. Активація, вимірювана по ШГР і тонічній активності, збільшувалася від *ситуації 1* до *ситуації 3*, однак кращі результати були отримані в *ситуації 2*. Дж.Л. Фримен (1948) узагальнив ці результати і подав їх у виді кривій (рис. 2). Він явно зв'язує погіршення ефективності з емоційною реакцією, чого не було в попередніх дослідженнях, в яких сильна активація, вимірювана по м'язовій напрузі або зменшенню опору шкіри, означала тільки факт перевищення оптимуму мотивації.

На думку Ж. Піаже [9], не можна погодитися зі способом виразу перемінних, відкладених їм на ординатах і особливо на абсцисах. Якщо прийняти його формулювання, то виявиться, що те, що ми назвали рівнем активації, буде просто енергетичним ефектом стимуляції. Ця вузько бихевиористська точка зору не узгоджується з психологічними фактами і навіть з даними нейрофізіології, з яких витікає, що стимуляція впливає на ретикулярну формацію в залежності від чутливості суб'єкта. Д.О. Хебб (1955) підкреслює, що ситуація двояким чином впливає на нервову систему. Вона дає суб'єктові інформацію (cue function), а також за допомогою висхідної ретикулярної системи визначає рівень активації (arousal). Якщо цей рівень підвищується і більш складна ситуація вимагає більш тонкої адаптації, то відбувається взаємодія двох систем (cue function і arousal) і при наявності тривожних і емоційних реакцій спостерігається погіршення виконання. Таким чином, Д.О.Хебб одержав криву, що мала таку ж форму, що і крива Дж.Л. Фримена, хоча він стояв на зовсім іншій позиції. Р.Б. Мальмо (1959) також запропонував аналогічну криву, установлюючи залежність безпосередньо між рівнем виконання і рівнем активації. Погіршення виконання при сильній активації, мабуть, зв'язано з природою задачі: уповільнені реакції в задачах, що вимагають швидкості; незручність, коли треба бути точним; більш повільне опанування знаннями чи навичками, більш низька якість інтелектуальних рішень. Порушення адаптації може виражатися не тільки в кількісній, але і якісній формі, і, зокрема, спостерігається погіршення у всіх областях діяльності.

Оптимум мотивації змінюється, мабуть, при кожній задачі. Р.М. Йеркс і Дж. Д. Додсон [11] провели в 1908 р. важливий експеримент, що дав однакові результати на

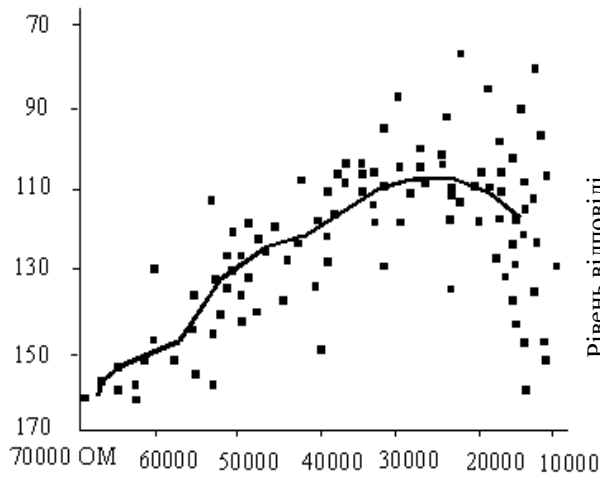


Рисунок 1 – Співвідношення між величиною опору шкіри долоні і часом реакції у досліджуваного в різних станах бадьорості

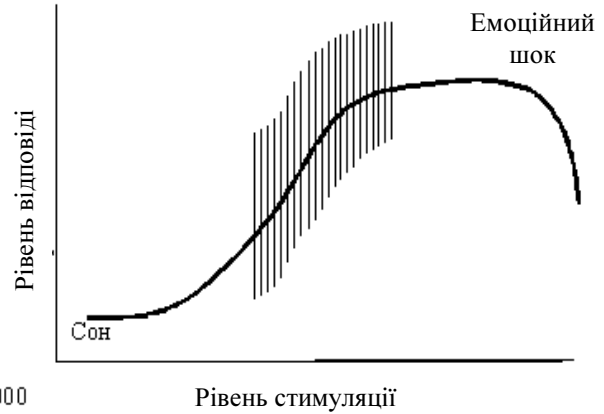


Рисунок 2 – Оптимум реакції

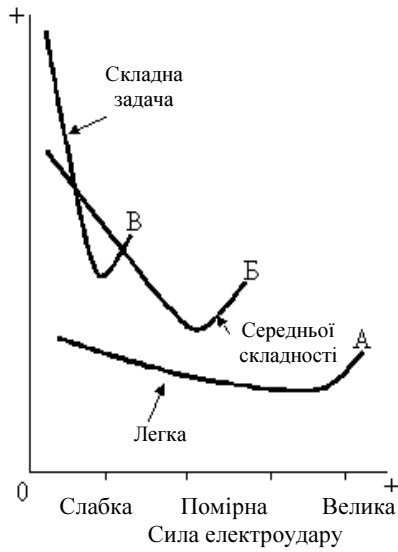


Рисунок 3 – Схема, яка ілюструє закон Йеркеса-Додсона

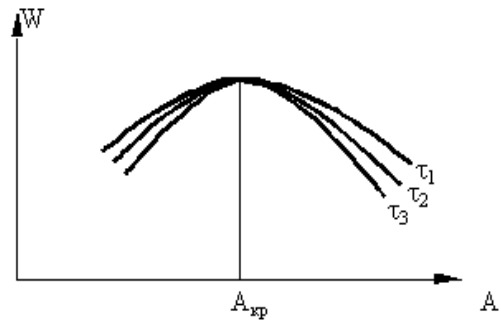


Рисунок 4 – Залежність продуктивності  $W$  діяльності від рівня активації  $A$  (інвертована U-подібна крива Йеркеса-Додсона):  
 $\tau_1, \tau_2, \tau_3$  – роботи різної складності,  $\tau_1 < \tau_2 < \tau_3$ ;  
 $A_{кр}$  – оптимальне значення активації

пацюках, курчатах, кішках і людині. Задача полягала в розрізненні двох яркостей, при цьому одна з відповідей оцінювалася як неправильна. Задача була більш-менш складною і припускала три рівні труднощів розрізнення. Крім того, передбачалися три рівні

мотивації, а саме: слабкий, середній або сильний електричний удар як покарання за помилки. Загальні результати подані на рис. 3. На абсцисі відкладені рівні сили електричного удару, на ординаті - число проб, необхідних для досягнення того самого критерію гарного розрізнення. Три криві відповідають трьом рівням труднощів задачі. Вони показують, що в кожному випадку мається оптимум мотивації, при якому навчання є найбільш швидким. Однак результати свідчать також про те, що цей оптимум залежить і від складності задачі, тому закон Йеркса-Додсона можна сформулювати в такий спосіб: *"Зі збільшенням складності задачі інтенсивність покарання, що визначає оптимальну швидкість навчання, повинна наближатися до граничної величини"*. Це означає, що у випадку складної (трудної) задачі оптимум досягається при слабкій мотивації, тоді як при легкій задачі він відповідає сильній мотивації. Очевидно, що при легкій задачі надлишкова мотивація не викликає порушень поведінки, але така можливість виникає при складних задачах.

У дослідників СНД закон Йеркса-Додсона звичайно приводиться в трохи іншому формулюванні [12,13]. Так, у [12] відзначається, що відповідно до цього закону *"для кожного виду дій існує оптимальний рівень емоційної напруги, при якому дана діяльність протікає найбільше успішно"*. Якщо рівень активації невеликий, - це погіршує якість дій, сприйняття й упізнання значимих сигналів, веде до відволікання уваги і провокує дрімоту, в той час, як надмірна емоція дезорганізує цілеспрямовану діяльність. Тобто звичайно закон Йеркса-Додсона зображують не у виді U-подібних кривих, як це показано на рис. 3, а у виді інвертованих U-подібних кривих, як це показано на рис. 4 [6,13,14], а також певною мірою - і на рис. 1, 2. Насправді, якщо врахувати, що час навчання й ефективність (продуктивність) діяльності очевидним образом знаходяться в зворотній пропорційній залежності друг до друга, то протиріччя тут немає.

**Мета статті** – дослідження особливостей прояву закону Йеркса-Додсона в особливих випадках (ОВ) польоту (ОВП).

**Шляхи розв'язання проблеми.** Розглянемо питання про закон Йеркса – Додсона стосовно до досліджуваних нами ОВП. Справа в тім, що, починаючи з досліджень Р.М. Йеркса і Дж.Д. Додсона [11], усі наступні експериментатори розглядали ситуації, коли емоційний рівень [12] або активація [13] не досягали критичних величин, тобто того ступеня емоційної напруженості, при якій починається деформація емоційного досвіду (ЕД). М.Ф. Михайликом [13,14] було доведено, що тренажерні експерименти не дозволяють імітувати емоційну напруженість, що виникає в реальному ОВП. Навіть стимуляція у виді ударів випробуваних струмом, що використовувався в експериментах Дж.Р. Патрика (1934), Дж.Л. Фримена (1940), Р.Дж. Стеннетта (1957), Р.Б. Мальмо (1959), не створювала у випробуваних рівня емоційної напруженості, порівнянної з тою, що виникає в процесі реальної ОСП. В той же час у працях [8,13,15-21] було доведено, що рівень актуальної екстремальної працездатності (АЕП), а отже, і ефективність діяльності у процесі ОС змінюється дискретно. Крім того, у працях [16-18,21,22] доведена також наявність катастрофічних стрибків при деформації ЕД, що вабе за собою стрибкоподібну зміну АЕП і відповідно зміну ефективності діяльності ЧЛЕ в процесі ОВП. Тобто, навіть не претендуючи на кількісний опис, вже на якісному рівні можна вважати доведеним, що закон Йеркса-Додсона не буде описуватися U-подібними інвертованими кривими, поданими на рис. 4. Якісний вид кривих за результатами дослідження декількох тисяч ОВП, що опис яких був зібраний М.Ф. Михайликом, поданий на рис. 5. При цьому на рис. 5а) поданий випадок відсутності катастрофічних стрибків, а на рис. 5б) - їхньої наявності.

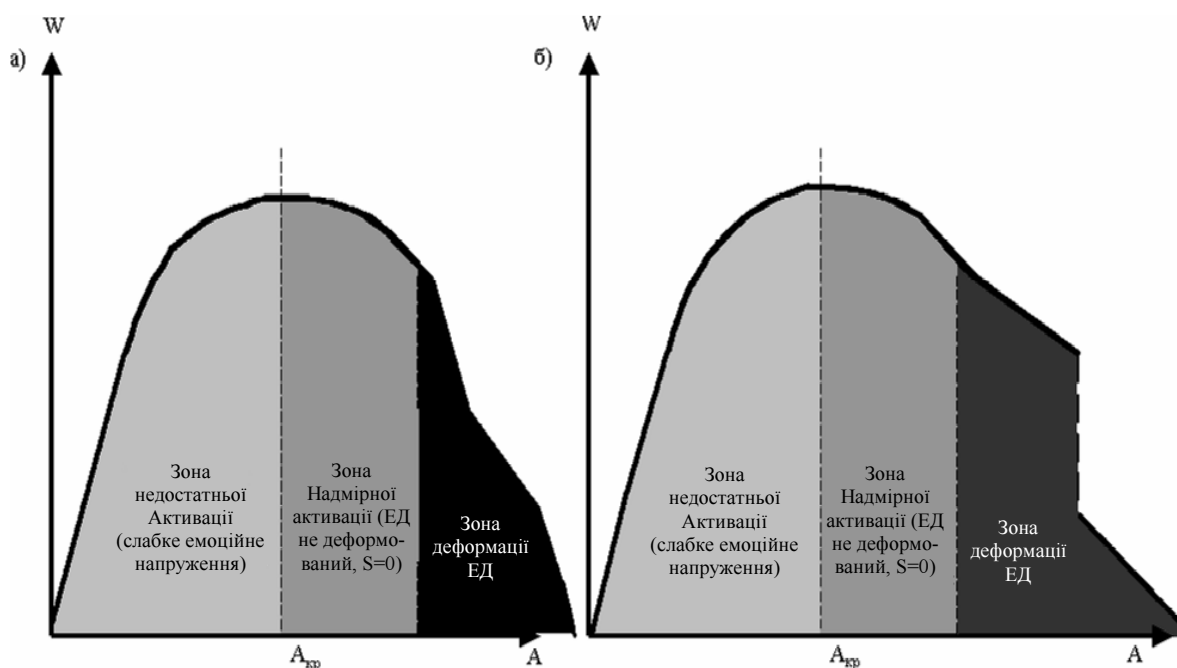


Рисунок 5 – Порухення закону Йеркеса-Додсона в зоні деформації емоційного досліду  
 а) при відсутності катастрофічних скачків; б) при наявності катастрофічних скачків

Спробуємо, знову ж тільки якісно, співвіднести порушені в [15,18,20,21] питання зв'язку деформації ЕД з небезпекою ОВ і нейротизмом учасника ОВ, і питання оцінки працездатності пілотів.

По-перше, ефективність діяльності ( $W$ ) на рис. 3, 4 не є АЕП. Більша частина осі абсцис (активація,  $A$ ) лежить поза зоною ОВ, таким чином значення  $W$ , що їм відповідають, не тільки не можуть бути ототоженні з АЕП, але не можуть навіть за визначенням (див. [20]) знаходитися з АЕП у кореляційному зв'язку. Однак, працездатність як така не тільки зобов'язана корелювати з ефективністю праці, але і скоріше знаходиться з нею у функціональній залежності. З огляду на те, що актуальна працездатність (АП) – це такий стан оператора, що визначає рівень ефективності його діяльності у визначений проміжок часу [23] (наприклад, у процесі польоту), то зрозуміло, що  $W=f_1(АП)$ . Однак  $АЕП \subset АП$ , тому вона змінюється дискретно і визначається станом  $S$ . АП змінюється безперервно до початку деформації ЕД, тобто при  $S=0$ . Отже, якщо вважати, що в межах дискретного стану  $S$  працездатність змінюється плавно і позначити її як  $\zeta$ , то одержимо, що  $W=f_1(\zeta)$ , де  $\zeta$  – і є кусочно-безперервна функція від  $A$  ( $\zeta=f_2(A)$ ).

По-друге, активація ( $A$ ) явним чином залежить від обраних нами керуючих параметрів. Ясно, що показник умовно-об'єктивної оцінки небезпеки  $\varphi_{VO}$  буде наймогутнішим і домінуючим стимулом у процесі ОВ. З іншого боку, інтенсивність стимулу для конкретного ЧЛЕ буде визначатися його індивідуальною чутливістю, тобто нейротизмом ( $n$ ). Таким чином, вважаємо очевидним, що  $A=f_3(\varphi_{VO}, n)$  або сімейство функцій  $A=f_{3n}(\varphi_{VO})$ . Тоді остаточно на якісному рівні одержуємо  $W=f_1(f_2(f_3(\varphi_{VO}, n)))$ .

Спробуємо за допомогою аналізу наявного банку даних про ОВП, про який йшлося вище, знов-таки на якісному рівні, визначити можливий вид  $\zeta$  функцій. Результати аналізу представлені на рис. 6.

Очевидно, що величини  $W$  і  $\zeta$  зв'язані прямо пропорційною залежністю (рис. 6.а). При нульовій працездатності ефективність діяльності зрозумілим чином, нульова.

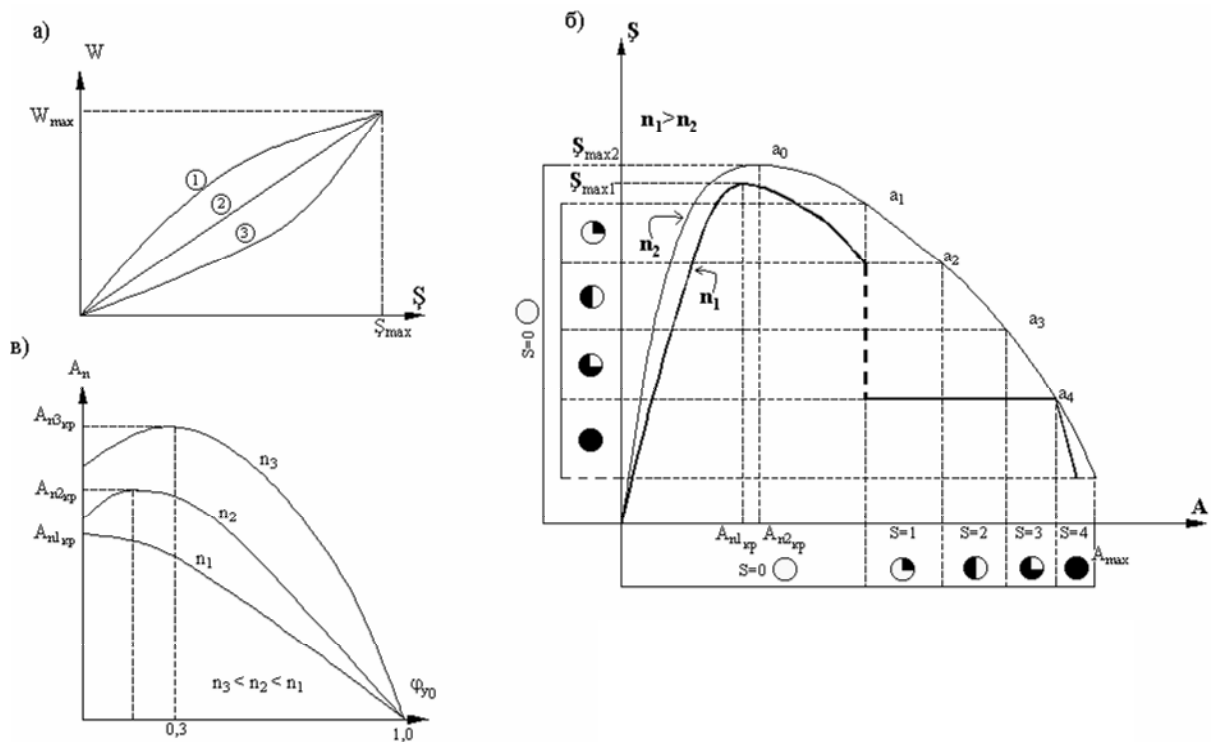


Рисунок 6 – Якісний вид функцій по даним дисертаційних досліджень  
 а)  $W=f_1(S)$ ;  $S=f_2(F)$ ;  $A_n=f_{3n}(\varphi_{VO})$

Немає доказів зворотного і твердження про те, що максимальна ефективність відповідає максимальній працездатності. Статистично це визначено так, а окремі випадки, які можна було б при визначеній натяжці трактувати як спростування даної гіпотези, представляється доцільним усе-таки вважати артефактами. Імовірніше всього залежність близька до лінійної (графік 2 на рис. 6.а).

Залежність  $A$  від  $S$  очевидним чином, нелінійна. Як уже говорилося, вона являє собою кусочно-безперервну функцію, схожу з U-подібною інвертованою кривою аж до точки  $a_1$  (див. рис. 6.б). У точці  $a_0$ , яка відповідає значенню  $A_{кр.}$  (див. рис. 4), функція досягає максимуму, тобто вже згаданій величини  $S_{max}$ . У точках  $a_1, a_2, a_3, a_4$  – можуть спостерігатися як злами (при відсутності катастрофічних стрибків), так і розриви першого роду. З рис. 6.б) також добре спостерігається якісна залежність АП від стану  $S$ . Однак, як впливає з подальших міркувань, навіть на якісному рівні складно визначити границю переходу від фоновій АП до АЕП:

$$АП = (\text{фонова АП}) \cup (АЕП). \quad (1)$$

Залежність  $A_n$  від  $\varphi_{VO}$  визначити складніше всього. Справа в тім, що:

а) очевидно, що якщо  $\varphi_{VO}=0$ , величина  $A_n \neq 0$ ;

б) у польоті, навіть у фоновому, рівність  $\varphi_{VO}=0$  можна вважати лише умовною, скоріше  $\varphi_{VO} \rightarrow 0$  при відсутності ОВ;

в) якщо для осіб з високим нейротизмом ( $n_1$ ) на рис. 6в) у цілому можна говорити, що при  $\varphi_{VO} > 0$ , величина  $A_n > A_{n1,кр.}$ , то для осіб з низьким нейротизмом, близьким до нульового ( $n_3$ ), оптимальна активація ( $A_{n3,кр.}$ ) буде досягатися тільки при ускладненні умов польоту  $\varphi_{VO} \approx 0,3$ . Довести суворо подібне твердження поки не представляється можливим, але дані, що вказують на такий висновок, є. Вважаємо можливими і проміжні варіанти;

г) з даних аналізу випливає, що для осіб з меншими значеннями нейротизма оптимальна активація повинна бути вище, ніж для осіб з великим його значенням ( $n_1 < n_2 < n_3 \Rightarrow A_{n_1 \text{ кр.}} > A_{n_2 \text{ кр.}} > A_{n_3 \text{ кр.}}$ ). Виходячи з цих міркувань, відповідна залежність повинна мати вигляд, близький до графіків на рис. бв).

Звичайно, кількісне визначення залежностей  $f_1, f_2, f_3$  виходить за межі наших досліджень, однак доказ порушення закону Йеркса-Додсона при виникненні ОВ і формулювання розглянутих залежностей на якісному рівні є новим науковим результатом, який надалі може бути використаним для оцінки працездатності ЧЛЕ в польоті. Це ще один можливий підхід до розробки математичних моделей врахування ЛЧ в екстремальних умовах експлуатації.

## Список літератури

1. Изучение роли человеческого фактора при авиационных происшествиях и инцидентах // Человеческий фактор: Сб. м-лов № 7.- Циркуляр ИКАО 240-AN/144.- Монреаль, Канада: 1993.- 76 с.
2. Рева А.Н. Человеческий фактор и безопасность полетов: (Проактивное исследование влияния): Монография / А.Н. Рева, К.М. Тумьшев, А.А. Бекмухамбетов; Науч. ред. А.Н. Рева, К.М. Тумьшев. – Алматы: 2006. – 242 с.
3. Медведенко О.М. Критерії безпеки польотів в моніторингу авіаційних подій (Аналітичний огляд) / О.М. Рева, О.М. Медведенко // Авіаційно-космічна техніка і технологія: Наук.-техн. ж. – Харків: Харківський національний аерокосмічний університет "ХАІ", 2008. - № 8 (57). – С.204-212
4. Сильвестров М.М. Автоматизация управления летательными аппаратами с учетом человеческого фактора / М.М. Сильвестров, Л.М. Козиоров, В.А. Пономаренко. - М.: Машиностроение, 1986.- 184с.
5. Эксплуатационные последствия автоматизации в оборудованных передовой техникой кабинах экипажа // Человеческий фактор: Сб. м-лов №5.- Циркуляр ИКАО 234 – AN /142.- Монреаль, Канада: 1992.- 53 с.
6. Эргономика // Человеческий фактор: Сб. м-лов №6.- Циркуляр ИКАО 238 – AN / 143. – Монреаль, Канада: 1992.- 46с.
7. Зайцев Г.Н., Микинелов А.Л., Чепига В.Е. Моделирование лётной эксплуатации. – СПб.: Академия ГА, 1999. – 124 с.
8. Джафарзаде Р.М. Разработка метода подготовки членов экипажа воздушного судна на основе оценки опасности особых ситуаций: Автореф. дисс.... канд. техн. наук. по специальности 05.22.14 "Эксплуатация воздушного транспорта" – СПб.: Академия ГА, 1999
9. Фресс П. Экспериментальная психология / П. Фресс, Ж. Пиаже. – Вып. V - М.: Прогресс, 1975. - 284 с.
10. Психология. Учебник / Под ред. А.А. Крылова. – М.: «Проспект», 1999. – 584 с.
11. Yerkes R.M. The relation of strength of stimulus to rapidity of habit formation. / R.M. Yerkes, J.D. Dodson // J.comp.neurol.psychol., 1908 - №18. - p.458-482.
12. Справочник по космической биологии и медицине / Под ред. А.И. Бурназяна, О.Г.Газенко. - М.: Медицина, 1983. - 352 с.
13. Карапетян Г.С. Предупреждение неблагоприятных событий в полете, обусловленных деятельностью экипажа / Г.С. Карапетян, Н.Ф. Михайлик, С.П. Пичко, А.И. Прокофьев. - М.: Транспорт, 1989. - 173 с.
14. Руководство по обучению в области человеческого фактора. (Дос. 9683-AN/950). – Издание первое. – Канада, Монреаль, ИКАО, 1998. – 333 с.
15. Лейченко С.Д. Человеческий фактор в авиации: Монография в 2-х кн. / С.Д. Лейченко, А.В. Малышевский, М.Ф. Михайлик. - Кн. 1. – СПб - Кировоград, 2006. – 480 с.; Кн. 2. – СПб – Кировоград, 2006. – 512 с.
16. Ленгаров А.О. Оценка работоспособности члена экипажа воздушного судна в особых ситуациях: Автореф. дисс... канд. техн. наук по специальности 05.22.14 "Эксплуатация воздушного транспорта". - СПб.: Академия ГА, 1998
17. Лобарь С.Г. Совершенствование методов профессиональной подготовки членов экипажа воздушного судна к действиям в особых ситуациях полёта: Автореф. дисс... канд. техн. наук по специальности 05.22.14 "Эксплуатация воздушного транспорта". - СПб.: Академия ГА, 2002
18. Михайлик Н.Ф., Цитцер В.А. Исследования возможности использования теории катастроф для оценки работоспособности пилота в особой ситуации // Оптимизация лётной эксплуатации и профессиональной подготовки лётного состава. Психофизиологические проблемы



- профессиональной рабо-госпособности специалистов гражданской авиации. - СПб.: Академия ГА, 1994. - С.98-106
19. CRM России: Тренинг сильного командира (пятая редакция). Методическое пособие по проведению тре-нинга (часть четвертая) / Сост.: А.В.Малишевский, Н.Ф.Михайлик. – СПб.: АГА, 2000. – 89 с.
  20. Медведенко О.М. Екстремальна працездатність пілота-оператора як критерій безпеки польотів в особливих ситуаціях // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: Зб. наук. праць Кіровоградського національного технічного університету. – Вип. 19. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – С.128-134
  21. Рева О.М. Прапори катастроф в етіології авіаційних подій / О.М.Рева, О.М.Медведенко, М.Ф. Михайлік // Вісник НАУ: Наук. ж. – К.: НАУ, 2008. - № 3.- С.99-107
  22. Малишевский А.В. Возможности использования средств объективного контроля для оценки экстремальной работоспособности оператора / А.В. Малишевский, Н.Ф. Михайлик, Р. Паксас // Проблемы эксплуатации и совершенствования транспортных систем. – Сб. науч. тр. Академии ГА - №12 (81), - Т.IX, - часть 2. – СПб.: Академия ГА, 2004. – С.20-27
  23. Медведев В.И. Терминология инженерной психологии. Справочник / В.И. Медведев, А.М. Парачев. - Л.: Военно-медицинская ордена Ленина Краснознаменная академия им. С.М.Кирова, 1971. - 112с.

Опираясь на данные детального анализа статистики авиационных происшествий, доказана возможность нарушения известного закона Йеркеса-Додсона в особых ситуациях полета и предложено использовать полученные результаты для разработки моделей учета человеческого фактора в экстремальных условиях эксплуатации самолетов.

Guided by the data of a detailed analysis of air crashes statistics, possibility of infraction of the well-known law of Yerkes-Dodson while special flight cases is proved. It is suggested to use the received results to work out patterns of human element registration under extreme conditions of an aircraft operation.