

УДК 331.101.1+656.7.052

СИСТЕМНА ОПТИМІЗАЦІЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ СУМІСНОСТІ В ЕРГАТИЧНИХ СИСТЕМАХ

Ковальов Ю.М., д.т.н.,

Шмельова Т.Ф., д.т.н.,

Калашнікова В.В., к.т.н.

Національний авіаційний університет (м. Київ, Україна)

В роботі на основі моделей ергатичних систем розглядається оптимізація психологічної сумісності операторів із системами відображення інформації та органами управління у ході професійного відбору та навчання операторів, проектування систем відображення та органів управління, розподілу функцій при груповій роботі, контролю стану операторів, організації середовища перебування.

Ключові слова: ергатична система, хвильова модель С-простору, теорія самоорганізації складних систем, оператор, система відображення інформації, психологічна сумісність.

Постановка проблеми. Проблема підвищення ефективності ергатичних систем (скорочення помилок, підвищення надійності, зменшення часу реакції) є важливим аспектом запобігання різного роду інцидентів, і катастроф. Як свідчить статистика, до 80% авіаційних подій відбуваються з причин, пов'язаних із людським фактором. Таким чином, підвищення психологічної сумісності компонентів ергатичних систем є визначальним для підвищення ефективності останніх. У свою чергу, дбати про психологічну сумісність слід не тільки при проектуванні приладів або підборі екіпажів, але й на стадії професійного відбору, навчання, експлуатації ергатичної системи, контролю стану операторів, розподілу їх функцій при груповій роботі, організації середовища перебування, що визначає системний характер проблеми. Автори дотримуються цього підходу, відрізняючи його від загальноприйнятої теорії «людського фактору».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У попередніх публікаціях [1] розглядалися способи моделювання ергатичних систем. Відзначалося, що з причин відмінності їх властивостей (відкритість, емерджентність, фінітність, неоднорідність компонентів, нелінійність взаємодій) від аксіоматичних основ класичних методів моделювання та оптимізації, у цілях дослідження систем та підвищення їх ефективності необхідно використовувати методи оптимізації на основі хвильових моделей С-простору та теорії самоорганізації складних систем. Результатом відповідних досліджень

були обґрунтовані і частково впроваджені рекомендації, які, для отримання синергетичного ефекту, слід доповнити та надати системного характеру.

Формулювання цілей статті. Метою статті є представлення способів оптимізацій психологічної сумісності, а також оцінювання їх внеску у підвищення ефективності ергатичних систем.

Основна частина.

1. Людський фактор. Застосування теорії самоорганізації складних систем до дослідження організації людської свідомості [2; 3], разом із традиційними методами дослідження людського фактору [4; 5], дозволяє визначити канали взаємодії людини з оточуючим середовищем, їх групування, специфічні об'єкти сприйняття кожного із каналів, пріоритети і вагові коефіцієнти (табл.1).

Таблиця 1

Система каналів сприйняття людиною навколишнього світу

Рівні і об'єкти сприйняття	Характеристики сприйняття	Канали
Рівень 1 - єдність	Людина і середовище не відокремлені, але можливість цього потенційно існує	Інтуїція 1
Рівень 2 - відокремлення	Усвідомлення себе як самодостатнього і відокремленого від світу	+ Его 1
Рівень 3 - впливу і реакції	Вплив на навколишній світ, відповідні реакції.	+ Воля і розум 2 (Вплив - реакція, "добре чи погано")
Рівень 4 - простір і час	Упорядкування впливів і реакцій за категоріями простору і часу.	+ Бажання, відчуття і розум 2 * 3 (відстеження форм і змін (екстеро-, проприо-, інтероцептори)
Рівень 5 - кольори, звуки, аромати і т.п.	Організація сприйняття органами почуттів	+ Чуттєві сприйняття, 2 * 3 * 5 (?)
Рівні 6, 7 – відтінки, тони тощо	Розрізнення тонів і нюансів	+ Розрізнення тонів, 2 * 3 * 5 * 8 (?)

Відносна розвиненість кожного із каналів лежить у основі визначення психотипів у популяціях, а також психологічних портретів окремих людей. Для цього застосовується батарея тестів, яка складається із трьох груп: проєктивні тести для оцінювання особистості у цілому (Роршаха, «Оцінка темпераменту», психогіометричний тощо); тести-опитувачі для оцінювання окремих якостей («Перевірка інтуїції», «Оцінка комунікабельності», «Визначення рівня еготизму мови», «Агресивність», «IQ», «Асоціативні здібності» тощо); тести оцінки поточного емоційного стану для уточнення достовірності результатів тестування по першим

двом групам (шкали особистісної та ситуативної тривожності, «Оцінка стресостійкості особистості»).

Кореляції між психотипами, властивими їм способами сприйняття інформації, способами діяльності, ролями у суспільному житті, умовами комфорту наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Кореляції між психотипами, способами сприйняття, ролями у суспільному житті, способами діяльності, умовами комфорту

Психотип	Основний канал	Суспільний стан	Рід діяльності	Основна умова комфорту
збалансована особистість	усі канали гармонійно розвинуті	«універсальні генії»	будь-яка	гармонія із світом
споглядач	інтуїція	брахмани, монахи, містики	духовна	спокій
егоїст	его	раджі, правителі	управлінська	престиж, самодостатність
борець	воля	кшатрії, воїни	військова	трансформованість
підприємливий дослідник	розум	вайші, підприємці, вчені, селяни	підприємницька, наукова, виробнича	впорядкованість
богемна особистість	екстероцептори	шудри, маргінали	нав'язаний ззовні	сенсорний комфорт

Усі канали присутні в усіх людей; у окремої особистості може бути декілька пріоритетних каналів, що треба враховувати при проектуванні систем відображення інформації та органів управління.

2. Прилади відображення та органи управління. Із табл. 2, впливають доцільні способи кодування у системах відображення інформації, а також організації приладів управління (табл. 3).

Таблиця 3

Кодування даних та організація приладів управління

Психотип	Спосіб кодування даних	Орган управління
збалансована особистість	будь-який	будь-який
споглядач	композиційна єдність	точ-скрин
егоїст	виділеність фігур на фоні	голосові команди
борець	контраст форм та кольорів	перемикач
підприємливий дослідник	аналоговий, цифровий	руль, повзунок, ввід з клавіатури
богемна особистість	кольорами	переміщення по шкалі кольорів

Для оцінювання ефективності наведених рекомендацій існують

такі методи, як підрахунок тривалості зорової фіксації; експертного оцінювання; вимірювання швидкодії та помилок оператора при роботі із натурним зразком системи відображення та органів управління.

Відзначимо, що час реакції оператора, судячи з проведеного оцінювання [1], потенційно може скорочуватися у 3,5-4 рази при суттєвому зменшенні кількості помилок.

3. *Комфортне середовище перебування.* Виходячи із табл. 2, констатуємо, що для кожного із психотипів існують свої вимоги до середовища перебування. У табл. 4 наведено можливі стилістичні рішення, що реалізують ці вимоги.

Таблиця 4

Можливі стилістичні рішення комфортного середовища

Психотип	Стилістичні рішення
збалансована особистість	Будь які, за умови естетичної довершеності на усіх рівнях організації середовища перебування
споглядач	еко- та біостилі
егоїст	сучасні інтерпретації барокко
борець	варіації трансформативного простору
підприємливий дослідник	конструктивізм, функціоналізм
богемна особистість	модерн, постмодернізм, ар-деко

У [6] вони були конкретизовані для задач проектування житла, зокрема, при одночасному проживанні людей різних психотипів. Експертні оцінки показали покращення психологічного комфорту. Можна припустити, що реалізація подібних рекомендацій при проектуванні середовища перебування операторів матиме позитивні наслідки – зменшення втомлюваності, підвищення продуктивності, покращення концентрації, зменшення кількості помилок. Проте експериментальна перевірка цих припущень не проводилася.

4. *Розподіл функцій при груповому управлінні.* Згідно табл. 2, представники окремих психотипів грають різні ролі у суспільному житті. Тож доцільно при груповій роботі підбирати операторів для виконання найбільш природних для них функцій (табл. 5).

Таблиця 5

Розподіл функцій у групі операторів у залежності від психотипу

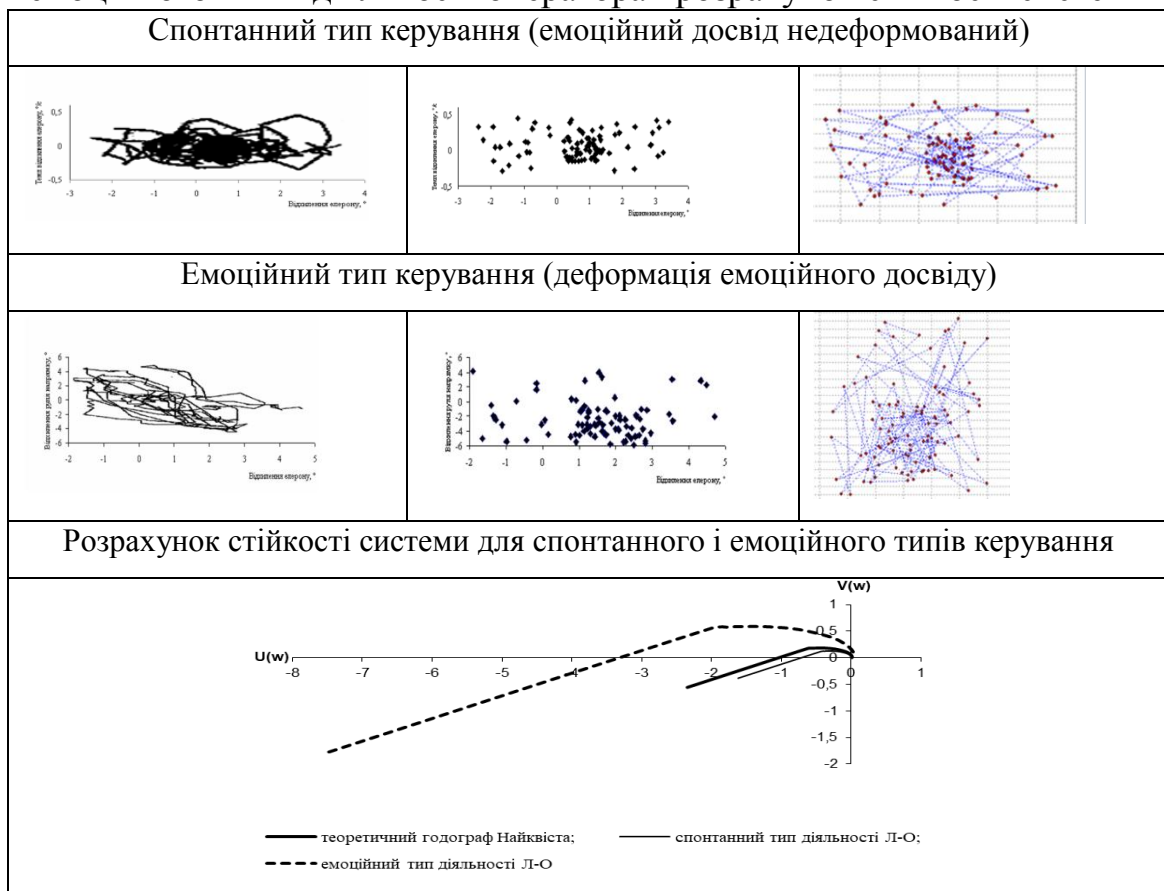
Психотип	Функції у команді операторів
збалансована особистість	генерація нестандартних рішень
споглядач	прогноз нештатних ситуацій
егоїст	керівництво групою
борець	швидкі прості коригуючі дії
підприємливий дослідник	повільні складні коригуючі дії
богемна особистість	регулювання емоційного фону

Ефективність реалізації цих рекомендацій має оцінюватися для конкретної системи у ході натурального експерименту.

5. *Контроль поточного стану операторів* включає оцінювання фізіологічних і психоемоційних показників. При цьому використання теорії самоорганізації доцільне для визначення кількості та взаємозв'язку показників, а також здатності оператора реагувати на зміни у стані системи [1]. Визначення емоційного стану базуються на вимірюванні фізіологічних характеристик. При цьому необхідне дослідження без втручання в умови операторської діяльності. Так, у авіації поширеними засобами оцінки стану пілота є параметри пілотування, переговори екіпажу та радіообмін з диспетчером.

Таблиця 6

Фазові портрети відхилення елеронів, дисперсії спонтанного і емоційного типів діяльності оператора і розрахунок стійкості системи



Для оперативного визначення деформацій емоційного стану пілота застосовано концепцію психічної діяльності, в основу якої покладено властивість людини затримувати або прискорювати плин суб'єктивного часу відносно реального [3-5]. Спонтанне (оптимальне) пілотування характеризується правильністю та своєчасністю дій в позаштатній ситуації. Із зростанням емоціонального напруження можливий перехід до потенційно небезпечних видів психічної діяльності: емоційної – із випередженням дій відносно реального часу та розсудливої – із запізненням дій відносно реального часу. Дії пілота в усіх режимах діяльності визначені фазовими траєкторіями

відхилення елеронів і руля напрямку [5]. Для своєчасного розпізнавання небезпечного емоційного стану пропонується застосування методів фазової площини, дисперсійного аналізу, динамічного моделювання [3; 5]. В табл. 6 наводяться фазові портрети і відповідні розрахункові годографи Найквіста для визначення стійкості ергатичної системи при деформації емоційного стану від оптимального до емоційного типу діяльності. Для оптимального типу керування повітряним судном годограф Найквіста не охоплює критичну точку $(-1;j0)$ і система є стійкою. Годограф Найквіста у разі емоційного типу керування повітряним судном охоплює критичну точку $(-1;j0)$, що свідчить про нестійкість системи.

Відтак, моніторинг емоційного стану, діагностика його деформацій та визначення функціональної стійкості оператора дозволить своєчасно попередити розвиток польотної ситуації в бік погіршення. Виходячи з цього, запропоновано інтелектуальну систему управління (ІСУ) моніторингу та діагностики стану оператора, а також представлено алгоритми психоемоційного діагностування і моніторингу людини за допомогою ІСУ; моделювання, аналізу і синтезу ІСУ; удосконалення ергатичної системи [2; 3; 5].

6. Уточнення до вимог професійного відбору. Для професійного відбору можуть використовуватися перелічені у п.1 тести; при цьому результати такого тестування є основою рекомендацій щодо навчання, роботи з конкретним типом системи відображення інформації (п.2) та підготовкою до певної ролі у груповій роботі (п.4).

7. Удосконалення програм професійного навчання. Не вдаючись до розбору конкретних програм підготовки [1], відзначимо необхідність їх диференціації виходячи не тільки із технічних особливостей ергатичної системи, але й психотипу оператора.

Висновки. Запропоновано систему удосконалень різних аспектів функціонування ергатичних систем, засновану на підвищенні психологічної сумісності її компонентів, а також оцінювань ефективності подібних заходів. Подальші роботи у цьому напрямку пов'язані із експериментальною перевіркою у умовах експлуатації систем, а також реалізацією нових концепцій катастроф та засобів їх запобігання, що впливають із системного підходу.

Література

1. Мхитарян Н. М. Эргономические аспекты сложных систем / Н.М.Мхитарян, Г. В. Бадеян, Ю. Н. Ковалев. – К.:Наукова думка, 2004. – 599 с.
2. Socio-Technical Decision Support in Air Navigation Systems: Emerging Research and Opportunities: monusript / [Т. Shmelova, Yu.Sikirda, N. Rizun, Abdel-Badeeh M. Salem, Yu. N. Kovalyov] //

- International Publisher of Progressive Information Science and Technology Research. – USA, Pennsylvania, 2017. – P. 305.
3. Shmelova T. Models of personality and activities of Remotely Piloted Aircraft System's operator / T. Shmelova, Y. Kovaluov, V. Shostak // 4th International Conference on Methods and Systems of Navigation and Motion Control (MSNMC-2016). – Kyev: Proceeding, 2016. – P.121-125.
 4. Лейченко С. Д. Человеческий фактор в авиации : монографія в 2-х книгах / С. Д. Лейченко, А. В. Малышевский, Н. Ф. Михайлик. – Кн. 1. – Кировоград : ИМЕКС, 2006. – 512 с.
 5. Харченко В.П. Прийняття рішень оператором аеронавігаційної системи: монографія / В.П. Харченко, Т.Ф. Шмельова, Ю.В. Сікірда. – Кировоград: КЛА НАУ, 2012. – 292 с.
 6. Kalashnikova V.V. Optimization of the elite dwelling with the indicators of psychological comfort [Text]: / V.V. Kalashnikova // Technical and applied scientific publication «Meridian ingineresc». – Chishinau: Technical University of Moldova, 2015. – Edition 2. – P.54-63.

СИСТЕМНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В ЭРГАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Ковалев Ю.Н., Шмелева Т.Ф., Калашникова В.В.

В работе на основе моделей эргатической систем рассматривается оптимизация психологической совместимости операторов с системами отображения информации и органами управления в ходе профессионального отбора и обучения операторов, проектирования систем отображения и органов управления, распределения функций при групповой работе, контроля состояния операторов, организации среды обитания.

Ключевые слова: эргатическая система, система отображения информации, теория самоорганизации систем, психологическая совместимость.

SYSTEM OPTIMIZATION OF PSYCHOLOGICAL COMPATIBILITY IN HME-SYSTEMS

Kovaluov Y.N., Shmelova T.F., Kalashnikova V.V.

On the basis of the structure and functioning models of human-machine-environment systems, optimization of the psychological compatibility of operators, information display systems, controls at all stages of organization and operation of HME systems is considered: professional selection and training of operators, design of display systems and controls, distribution of functions at group work of operators, control of the current psycho-emotional state of operators with the purpose of increasing the efficiency of ergatic systems.

Keywords: HME system, theory of complex systems self-organization, information display system, psychological compatibility.