

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ АВІАЦІЙНО-КОСМІЧНОЇ СИСТЕМИУ КОНТЕКСТІ СОЦІОНІЧНО-ІНФОРМАЦІЙНОГО ПІДХОДУ

Проблема забезпечення безпеки і надійності польотів авіаційних та космічних систем продовжує залишатися однією з найактуальніших і, разом з тим, важких для вирішення проблем використання авіаційно-космічної техніки і зниження ризиків надзвичайних подій.

Для гарантованого забезпечення заданого рівня безпеки і надійності польотів процеси підготовки та функціонування операторів (екіпажів та наземного персоналу) повинні бути спостережуваними і керованими на всіх етапах циклу підготовки та застосування. Для своєчасного вибору і реалізації управлінських рішень повинні використовуватися сучасні методи моделювання діяльності операторів авіаційно-космічних систем (АКС) в режимах штатного та позаштатного функціонування [2, с.7-8].

При незмінності форм та способів застосування, ефективність застосування АКС зростає за рахунок вдосконалення структури та функціональних зв'язків між елементами системи. Однією із важливіших властивостей системи є її стійкість, тобто здатність системи зберігати свої властивості, функції та задану ступінь ефективності застосування при впливі зовнішніх факторів та структурній деградації системи.

Необхідною та достатньою умовою функціональної стійкості АКС можна покласти існування такого складу елементів і зв'язків між ними, при якому система продовжує виконувати хоча б мінімально необхідні функції з заданою ефективністю, а також мала б достатню надмірність для парировання наслідків структурної деградації.

Тобто, необхідно виявити надмірність системи (структурну, інформаційну, енергетичну, функціональну, часову та ін.) та реалізувати шляхом перерозподілу ресурсів в системі.

З метою вирішення проблеми забезпечення

функціональної стійкості АКС пропонується підхід, який містить в собі сукупність математичних моделей, необхідних і достатніх умов функціональної стійкості, ознак, показників, критеріїв, області, границі і запасу функціональної стійкості системи, та який може бути застосованим для будь-яких складних людино-машинних систем з інтенсивно циркулюючою інформацією. Цей підхід базується на концепції забезпечення функціональної стійкості, яка передбачає забезпечення оптимального (субоптимального) рівня циркулюючої в системі інформації та максимального рівня засвоєння інформації керуючим елементом (так званого тезаурусу системи). Валідація тезаурусу дозволяє ефективніше використовувати існуючу надмірність та за рахунок цього підвищити значення показників функціональної стійкості до необхідного рівня без значних витрат [3, с.81-85].

Крім того, АКС – єдина поліергатична та ерготехнічна система, тому об'єднання людини і технічних засобів доцільно ґрунтувати на концепції цілісності, що передбачає створення органічно-цілісних структур, функціональні властивості яких принципово сприяють безпомилковій роботі оператора. Методологією цілісної побудови АКС є організмичний підхід, суть якого полягає у використуванні досягнень еволюції живих організмів для побудови людино-машинних систем. Правомірність такого підходу обґрунтована тим, що в існуючому середовищі (природному і штучному) є самі різні системи (організми), що досягають власну мету, борються за своє існування, але підкоряються загальним, неминучим і єдиним законам природи [6, с.60-62].

Застосовуючи організмичний підхід, можна дійти наступних результатів [4, с.22-25]. Поведінка оператора при виконанні обов'язків чи веденні функціональної діяльності (ФД) визначається моделлю зовнішнього світу, що опрацьовується ним на основі придбаних знань, проведеної підготовки, тренувань, випробувань, проб і помилок, аналогій і т.п. Деталізація моделі зовнішнього світу, ступінь її спільності і адекватності залежить від конкретної особи, тобто внутрішнього світу оператора. Відношення внутрішнього і зовнішнього світів конкретного оператора визначають його

власне “Я” і його типологічні характеристики. Підсвідомо, але образи зовнішнього світу, що використовуються оператором, сприяють великій гнучкості в способах переробки ним інформації. В цьому ж і причина можливості рішення оператором іноді нечітко сформульованих задач, що стосуються проведення ФД. Оператор усвідомлено або неусвідомлено доповнює постановку задачі, виходячи з своєї моделі (образу) зовнішнього світу, точніше, його частини, що включає все, що стосується постановки і проведення ФД. Оператор виступає також в ролі “цільового фільтру” можливих варіантів рішення при проведенні ФД. Варіації реальних умов проведення експерименту примножують можливі варіанти його проведення, а комбінації варіантів по деталях і умовах роблять число рішень вельми значним. Оператор, користуючись своїми моделями зовнішнього і внутрішнього світів, враховуючи поставлену мету, зменшує безліч варіантів рішення задачі до практично прийняттого числа. При цьому відбирається інформація лише потрібна для задачі, що вирішується.

Крім цільової фільтрації для оператора характерна і функція звичайної фільтрації шумів, перешкод. Загальна структура функцій оператора може бути представлена фазами взаємодії з технічною частиною системи [4, с.74-75]:

сенсорні входи (зір, слух, дотик, нюх, смак) забезпечують виявлення і прийом індикаторних сигналів від деякої сукупності пристроїв довільної природи, через які оператору пред'являється службова інформація, і описуються вхідними змінними;

вирішальна функція (аналітичні відділи центральної нервової системи та пам'ять) забезпечує визначення інформації, яку несуть сигнали, необхідні розрахунки, оцінки і логічні операції, внаслідок чого знаходиться рішення виникаючої задачі, а потім відбувається пошук засобів реалізації рішення;

моторні виходи (рухи, мова) ведуть до реалізації результату рішення і описуються вихідними змінними.

Вирішальна функція є відображенням безлічі вхідних змінних на безліч змінних вихідних. Така інтерпретація корисна для побудови математичної моделі операторської діяльності льотчика або диспетчера, але вона є зовнішньою узагальненою характеристикою оператора. Внутрішню його характеристику

зручно давати в термінах “інформаційного метаболізму”.

Суть теорії інформаційного метаболізму полягає в тому, що “зовнішні інформаційні сигнали, що приймаються психікою, уподібнюються їжі, яку для процесу енергетичного метаболізму одержує організм, тобто, як їжа необхідна для енергетичного метаболізму організму, так і інформаційні сигнали для інформаційного метаболізму психіки”. А. Аугустінавічюте [5, с.124-142], використовуючи теорію інформаційного метаболізму, удосконалила психологічну типологію К.Г. Юнга і тим самим створила науку, яку назвала соціонікою або теорією типів інформаційного метаболізму. Основна відмінність між типами людей – різниця в способах і характері обміну інформацією із зовнішнім світом. Безліч вхідних сигналів, що поступають людині, розщеплюється його психікою на складові, причому функції Юнга (логіка - етика, інтуїція - сенсорика, в термінах соціоніки) забезпечують фільтрацію, яка згадується вище.

Доцільно перевести опис “інформаційного метаболізму” оператора з внутрішньої мови соціоніки на зовнішню мову вирішальної функції, тобто відображення вхідних змінних в змінні вихідні. Шукане відображення починається з виявлення і прийому сигналу сенсорним входом і зводиться до введення в дію керуючих пристроїв, а також до безпосереднього відчуття сигналу, що вимагає збудження пам'яті і аналітичних відділів центральної нервової системи.

Рішення задачі, що виникає як результат отримання повідомлювальної інформації, включає в необхідних випадках обчислення і логічні висновки. Цей процес характерний інтенсивним обміном інформацією між основними відділами головного мозку і підвищеними вимогами до об'єму оперативної пам'яті оператора. Тому не тільки для проведення ФД, але і для всієї діяльності операторів використовуються інструкції, схеми і т.п. Відзначимо причини, що впливають на процес “інформаційного метаболізму” [1, с.104-122]:

- емоційні (швидкі і нестійкі зміни перетворюючих властивостей оператора, викликані сильно діючими зовнішніми або внутрішніми причинами);
- інтуїтивні (досвід, що не формалізується у вирішальній

- функції оператора);
- еволюційні (повільні зміни перетворюючих властивостей оператора в результаті навчання, тренувань або забувають).
Дії цих причин можуть викликати:
 - втрату частини корисної інформації;
 - неадекватність перетворення інформації (залежить від соціонічного типу оператора);
 - внесення додаткової (корисної або шкідливої) інформації, що безпосередньо не міститься в тій, що поступає на сенсорний вхід сигналі (позитивний досвід і інтуїція або, навпаки, закріплені помилкові уявлення і навики), причому ця інформація може як збільшувати, так і компенсувати спотворення.

Процес формулювання рішення є виразом рішення на мові моторних виходів оператора. Результатом є формування, а потім видача командної інформації (вихідних змінних).

Опис структури вирішальної функції показує, що навіть у дуже простому випадку прийому сигналу сенсорним входом і перетворення його в моторний вихід є достатньо складним, не всі механізми вказаних процесів достатньо вивчені. Проте, потрібні практичні функціональні критерії оцінки взаємодії оператора з технічними приладами.

Очевидно, такі критерії повинні об'єднувати показники, що характеризують сенсорні входи, вирішальну функцію і моторні виходи оператора. “Інформаційний метаболізм” міг би служити одним з таких показників, якби не відсутність кількісної міри для нього.

Проте можна спробувати ввести ряд оцінюваних, а краще – вимірних параметрів “інформаційного метаболізму”. Соціонічна характеристика оператора є таким оцінюваним параметром. Але існують і вимірні параметри, наприклад, кількість інформації, яку повинен обробити оператор при проведенні ФД, що складається з кількості інформації, сприйнятої сенсорним входом, кількості інформації, що використовується вирішальною функцією та кількості інформації, що формується для моторного виходу;

Моторні виходи оператора при виконанні ФД фактично зводяться в кожний момент до одного руху і мови. Мову можна

описувати через інформаційні характеристики (швидкість подачі інформації, коефіцієнт втрат інформації, залежний від виразності мови, і т. ін.). Вимірним параметром моторних виходів оператора можуть служити: число і характер рухів, супутніх процесу обробки інформації; точність дій оператора. вимірні параметри рухів оператора потрібно встановлювати експериментально.

Відзначені вимірні параметри дозволяють сформулювати критерії ефективності проведення ФД оператором.

Критерій перший – час дій оператора, що є функцією від кількості інформації, нормованою за стисненням чи розширенням

часу виконання вирішальної функції, та часу, що затрачується на моторні реакції, які є супутніми обробці інформації

Час, що затрачується оператором на виконання операцій, виявляється одним з найважливіших критеріїв в умовах діяльності, де час є надзвичайно дорогим і обмеженим ресурсом. Проте практичне застосування даного критерію вимагає високої досконалості методик, враховуючи відсутність кількісних заходів для багатьох психологічних характеристик оператора. Насправді, коефіцієнт стиснення/розширення часу є функцією ряду параметрів, деякі з яких не формалізовані, такі як: значущість і цінність інформації, що приймається; спосіб кодування інформації (структура сигналу); вид алгоритму роботи; сенсорні властивості оператора; обсяг і властивості пам'яті; адаптивні якості; тип мислення; показник стомлюваності; показник емоційної сфери.

Час моторної реакції – функція від тих же параметрів, і крім того, від характеристик рухових реакцій оператора (число і характер рухів, точність дій оператора). На точність дій оператора впливають стан зовнішнього середовища, взаємодія ергатичних та технічних елементів АКС.

Погрішності, що допускаються оператором в процесі роботи, випадкові по величині і підкоряються нормальному закону розподілу, проте, можуть мати місце і інші закони розподілу залежні від соціонічного типу оператора у зв'язку з виконанням ФД певного виду. Помітимо, що хоча характеристика моторних реакцій входить як аргумент в

перший критерій ефективності, її можна застосовувати і як самостійний другий критерій, оскільки, фактично, це основна кваліфікаційна характеристика.

Критерій третій - інформаційна пропускну спроможність оператора.

Критерій четвертий – надійність оператора. Оцінюється через вірогідність виникнення помилки в процесі сприйняття інформації (сенсорна помилка), при ухваленні рішення (аналітична, логічна або обчислювальна помилка), при передачі інформації на моторні виходи (моторна помилка).

Таким чином, можна припустити, що для забезпечення функціональної стійкості АКС потрібно реалізовувати інформаційну надмірність, яка максимізується при врахуванні особливостей функціонування ергатичної частини системи (операторів), а саме оптимізації вирішальної функції оператора залежно від соціонічного типу. Час, що витрачається на формування моторних виходів, визначається пропускну спроможністю оператора і також повинен бути оцінений експериментально як для рухових, так і для мовних реакцій. Необхідно експериментальним шляхом встановити вплив на надійність оператора його сенсомоторних можливостей, об'єму пам'яті, властивостей мислення, емоційної стійкості, а також компенсаторних можливостей, що виявляється в тим більшому ступені, чим вище рівень підготовки оператора, більше його досвід по виконанню тих або інших операцій і уміння знаходити способи отримання бракуючої інформації.

Література

1. Батурич Ю.М. Типологические характеристики и критерии эффективности космонавта как оператора при проведении научных экспериментов в космическом полете /Батурич Ю.М. // Пилотируемые полеты в космос. – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», 2011 – № 1 (1) – С. 104-122.
2. Воронин А.Н. Сложные технические и эргатические системы: методы исследования / Воронин А.Н., Зиятдинов Ю.К., Харченко А.В., Осташевский В.В. – Х.: Факт, 1997. – 240 с.

3. Обідін Д.М. Інтелектуалізація системи управління складним динамічним об'єктом на основі нечітких семантичних мереж / Д.М. Обідін, В.А. Савченко // Моделювання та інформаційні технології: Зб. наук. пр. – К.: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2012. – Вип. 63. – С. 81 – 85.
4. Павлов В.В. Начала теории эргатических систем / Павлов В.В. – Киев, Наукова думка, 1975. – 186 с.
5. Прокофьева Т.Н. Соционика. Алгебра и геометрия человеческих взаимоотношений / Прокофьева Т.Н. – М., Алмаз, 2005. – 356 с.
6. Сакач Р.В. Безопасность полетов: Учебник для вузов / Сакач Р.В., Зубков Б.В., Давиденко М.Ф. – М.: Транспорт, 1989. – 239 с.