

АКТУАЛЬНІСТЬ УРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ПСИХІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ «ЛЮДИНИ- ОПЕРАТОРА» НА ФУНКЦІОНУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧИХ СИСТЕМ

У статті визначено специфіку розподілу функцій між людиною та технічними засобами, висвітлено основні психологічні властивості оператора, що впливають на ефективність управління сучасними складними технічними системами. Відмічено напрямок розгляду питання створення складних інформаційно-управляючих систем на основі екстраполяції виникнення можливих ситуацій. Наведено дефініції управління й стани ергатичної системи в процесі функціонування.

Ключові слова: ергономіка, ергатична система, інформаційно-управляючі системи, людський чинник, людина-оператор.

В статье определена специфика распределения функций между человеком и техническими средствами, отражены основные психологические свойства оператора, которые влияют на эффективность управления современными сложными техническими системами. Намечено направление рассмотрения вопроса создания сложных информационно-управляющих систем на основе экстраполяции возникновения возможных ситуации. Приведены дефиниции управления и состояния эргатической системы в процессе функционирования.

Ключевые слова: эргономика, эргатическая система, информационно-управляющие системы, человеческий фактор, человек-оператор.

Актуальність розгляду взаємозв'язку людини з технічними пристроями в сучасних умовах швидкого розвитку потужної техніки є принциповою. Питання людського фактора, зокрема психічні особливості людини-оператора, неодноразово порушувалося з приводу аналізу причин виникнення та ризику техногенних аварій і катастроф. Хоча, високотехнологічний прогрес супроводжується передачею техніці все в більшій мірі управлінських функцій в процесі роботи, проте роль людини-оператора залишається пріоритетною. Вимоги високорозвиненого техногенного середовища породжують необхідність у забезпеченні ефективного здійснення функцій управління все в більшому обсязі інформаційно-управляючим системам.

Під інформаційно-управляючими системами (ІУС) розуміються системи контролю й управління реальними об'єктами різної природи, призначення й складності. Принципові проблеми створення ІУС визначаються тим, що такі системи функціонують в реальному просторі і часі, мають конкретні цілі управління в межах конкретного простору і заданого часу, проте завдання управління вирішуються під впливом об'єктивних і суб'єктивних внутрішніх і зовнішніх чинників, які призводять до того, що процес виконання системою поставлених цілей стає випадковим.

Схематичне функціонування ІУС можна представити в такому вигляді:

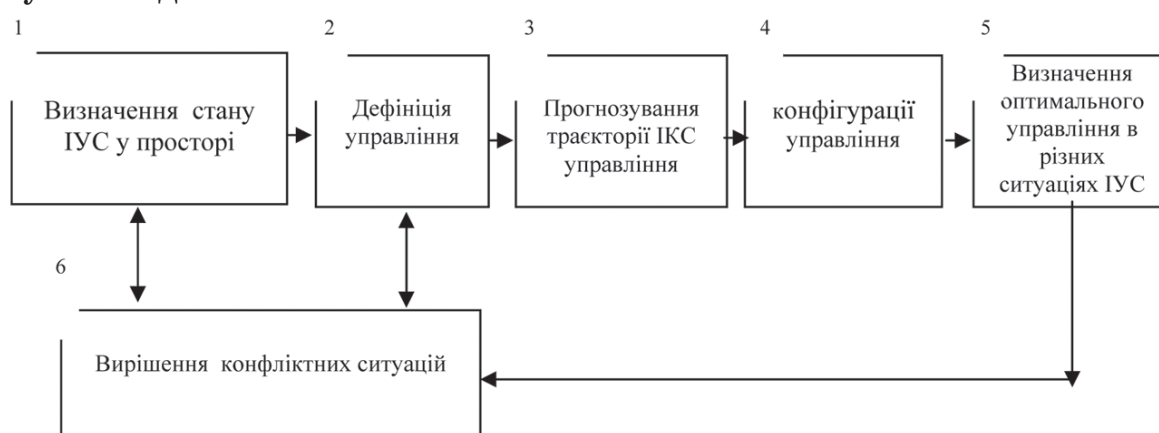


Рис.1. Основні операції управління ІУС в реальному часі

Основні завдання управління, які вирішуються під впливом випадкових факторів, наступні: визначення положення системи в просторі; визначення виду управління; прогнозування стану системи в просторі; виявлення конфліктних ситуацій; визначення оптимального управління; розподіл функцій управління між людиною й технічними пристроями [6].

Узагальнено питання створення складних ІУС розглядаються в рамках теорій ергономіки та ергатичних систем. Знання з різних наук про можливості і особливості людини з метою їх використання при проектуванні нової техніки і прогнозуванні нового техногенного середовища виявляються недостатніми для здійснення прогнозів стосовно можливих наслідків взаємодії системи людина-машина. У зв'язку з цим виникла необхідність в міждисциплінарних дослідженнях, що базуються на системному трактуванні людського чинника в техніці, що відкриває можливість їх цілісного пред'явлення при проектуванні технічно складних виробів та інформаційно-управляючих систем. На основі таких досліджень вирішуються завдання не лише при-

стосування техніки і середовища до людини, але і формування у людини здібностей відповідно до вимог, які пред'являє техніка.

Ергономіка у традиційній розумінні, це наука про влаштування та адаптацію робочих місць, предметів і об'єктів праці, комп'ютерних програм для найбільш безпечної й ефективної праці людини, виходячи з фізичних і психічних особливостей людського організму. Із цього випливає, що, людина апріорі є провідною ланкою в здійсненні процесу управління. Ергономіка спільно з інженерною психологією вирішує проблеми надійності, точності і стабільності роботи людини-оператора, розподілу функцій між людиною і машиною, досліджує вплив психічної і фізичної напруженості та емоційного стану на ефективність праці людини, розробляє методи та засоби відбору і навчання фахівців. Отже, ергономіка, має особливу мету – гармонізацію стосунків людини, засобів і умов праці для підвищення її ефективності та безпеки [3, с.9].

Під ергатичною системою розуміється будь-яка реальна фізична, цілеспрямована система управління, включеним елементом якої є людина. У дослідженнях ергатичних систем основна увага приділяється процесам: аналізу й синтезу структур управляючих систем; побудові формальних моделей «людини» як ланки замкненої системи управління; питанням розподілу функцій між людиною й технічними пристроями; обґрунтуванню раціонального узгодження характеристик ланки «людина» з технічними характеристиками системи [4].

Отже, питання ергономіки й теорії ергатичних систем не торкаються ряду принципових проблем створення й функціонування складних ІУС, таких як: аналіз ситуацій при функціонуванні системи; дефініції управління системи; аналіз психологічних характеристик людини-оператора ІУС; виявлення психологічних властивостей людини-оператора ІУС на етапі проектування ІУС; дефініції управління при рішенні системотехнічних питань створення системи; проорокування, тобто передбачення, екстраполяції, місця розташування системи; прогнозування виду управління на можливий результат внаслідок нього.

Ці питання доцільно розглядати в рамках зазначених вище теорій ергономіки й ергатичних систем із застосуванням методів оцінки й проорокування можливих наслідків управління, з виділенням окремого напрямку, що полягає у вивченні створення й функціонування ІУС й називати його ергопрофікою, від термінів (Ergon) – робота і проорокування (Prophecy). У цьому напрямку слід розглядати питання створення складних ІУС на основі про-

рокування (екстраполяції) можливих ситуацій і результатів здійсненого управління, дефініцій управління й станів ергатичної системи в процесі її функціонування з урахуванням психофізіологічних станів оператора й стану технічних засобів.

Слід зазначити, що будь-яка дія людини спрямована на перетворення навколишнього середовища, починає сама впливати на неї, хоча людина здатна відчувати й навіть контролювати такий вплив ззовні. Тому, помилкові або неадекватні дії оператора під час управління складними технічними пристроями можуть призвести до виникнення катастроф.

Під катастрофою розуміється стрибкоподібна, непередбачена зміна станів ІУС, що виникає при динамічному перетворенні зовнішніх умов негативного характеру. Для вивчення умов, сприятливих виникненню катастроф, необхідно знати, яким саме нові рішення рівнянь управління інформаційними системами відрізняються від нині відомих. Відповідь на такі питання дає наука про біфуркації (розгалуження), тобто виявлення критичних значень параметрів рівнянь управління, що приводять до нових рішень. Стан системи в момент біфуркації є нестійким і нескінченно малий зовнішній вплив на параметри управління може привести до вибору непередбаченої зміни в стані ІУС [1]. Загальними ознаками катастроф є: 1) раптовість; 2) серйозна загроза здоров'ю і життю окремих груп населення, або навіть всього суспільства; 3) порушення звичного устрою життя людей; 4) порушення цілісності оточуючого середовища.

Аварією прийнято вважати пошкодження, збиток, вихід з ладу якого-небудь механізму, пристрою, машини під час роботи, руху. Тобто, до аварій відносяться непередбачувані негативні події на техногенному об'єкті.

У реальних умовах при аналізі техногенних аварій і катастроф внаслідок похибок в системах управління значущість власне людського чинника в їх виникненні серед безлічі інших можливих причин або їх поєднань не завжди вдається встановити. Необхідне дуже ретельне розслідування з урахуванням всіх причин і обставин, при цьому слід враховувати і їхній опосередкований вплив на нормальне функціонування, тобто психофізіологічний стан і поведінку оператора.

Безліч аварій відбувалося не передбачуваним в інженерних проектах чином, в чому і полягає їх головна небезпека. При цьому, порушувався принцип, так званої, одиничної відмови, що лежить в основі детерміністських обґрунтувань безпеки. Великі аварії здійснювалися при накладанні неза-

лежних відмов системи управління, включаючи неодмінно помилки операторів. Саме тому важко надати комплексну оцінку ризику, в якому важливою складовою або причиною є людський чинник. Ризик здійснення оператором тієї або іншої помилки, яка в сукупності з технічними відмовами, а інколи і без них, може призвести до аварії, дотепер кількісно ніяк не оцінений. Для цього необхідне проведення серйозних теоретичних, методологічних, психофізіологічних, соціально-гігієнічних досліджень та створення адекватних моделей. Тому для ефективної взаємодії техніки і людини дуже важливе збереження і підвищення психофізіологічної стійкості, або надійності операторів [3].

Зазначимо, що сучасне виробництво може створювати пристрої з такими технічними даними, що людина не в змозі на практиці застосовувати їх повною мірою через свої певні особистісні характеристики стосовно вимог щодо точності та швидкості. По мірі вдосконалення техніки і технологій можливості людини-оператора, в першу чергу, психофізіологічні, зростали за рахунок підвищення оснащення автоматизованими системами контролю і управління. Проте, поступово можливості людини все більш відставали від швидких темпів розвитку техніки. Така ситуація пов'язана, зокрема, з певним обмеженням щодо надання всесторонньої оцінки людиною новій техніці відносно її потенційної або аварійною небезпеки. Дуже важко, майже неможливо, передбачити всі види і варіанти цієї небезпеки на етапах створення і випробування нової техніки і технологій. Це зовсім не означає, що людські помилки, які можуть призвести до виникнення аварії, відбуваються лише на етапі проектування і конструювання. Вони можуть виникнути на всіх етапах, починаючи від проектування та конструювання і закінчуючи реконструкцією об'єктів і виводом їх з експлуатації [3].

Створення ефективної інформаційно-управляючої системи в сучасних високотехнологічних умовах полягає в пошуку оптимального поєднання можливостей машини і людини, де на людину слід покласти виконання функцій:

- розпізнання ситуації в цілому за її багатьма складно зв'язаними характеристиками, а також при неповній інформації про неї;
- узагальнення окремих фактів в єдину систему;
- вирішення завдань, в яких відсутній єдиний алгоритм чи немає певних правил обробки інформації;

- вирішення завдань які потребують психічної гнучкості й адаптованості до умов, що швидко змінюються, особливо завдань, появу яких заздалегідь важко передбачати;
- вирішення завдань з високою відповідальністю в разі виникнення помилки.

Натомість машині слід доручати:

- виконання всіх видів математичних розрахунків;
- виконання одноманітних операцій, що постійно повторюються та реалізуються по заданому алгоритму;
- зберігання і динамічне представлення великих об'ємів однорідної інформації;
- вирішення завдань, що вимагають здобуття рішення для окремих випадків на основі загальних правил;
- виконання дій, що вимагають високошвидкісної реакції на команду.

Варто зазначити, що якість виконання людиною наведених функцій суттєво залежить від часу, необхідного для аналізу поточної ситуації. Вимоги для своєчасного вирішення завдань, що виникають в інформаційно-управляючих системах настільки суттєві, що зволікання із їхнім вирішенням становить ризик.

Прийнято вважати, що людина, як обчислювальна система, перевершує всі існуючі технічні системи за можливостями паралельної обробки інформації і здатністю вирішувати завдання методом логічної індукції. Людина, як управляючий пристрій характеризується дуже високими здібностями до адаптації при вирішенні, зокрема, сенсомоторних завдань [5].

Основна функція психіки людини з інформаційної точки зору полягає в сприйнятті змін у зовнішньому середовищі та змін внутрішнього стану організму, корегуванні поведінки відповідно до цих змін для отримання максимально адаптивного ефекту для забезпечення фізіологічної цілісності та отримання резервів для існування на, можливо, більшу часову перспективу. Для вирішення цієї задачі мозок, як основний орган психічного регулювання, має практично необмежені можливості по сприйняттю та обробці життєво важливої інформації.

Вольовим якостям людини протиставлено сугестивні, що відображують процес навіювання – підсвідомого сприйняття інформації з оточуючого середовища без критичного її осмислення з подальшим використанням в діяльності. Вплив на людину схильну до сугестії, специфічними фізичними, психологічними та установчими факторами призводить до зміненого стану свідомості. В цьому стані порушене нормальне функціонування адап-

тивних і конструюючих механізмів свідомості, що призводить до трансформації особистості. Стани навіювання та гіпнотичні фази можуть виникати в операторів системи «людина-машина» мимовільно при діяльності в умовах монотонії, низького освітлення, блимаючих елементах на пультах, невизначеності інформації, що надається. При проектуванні систем «людина-машина» важливо враховувати заходи по виключенню гіпнотичних станів операторів [5].

Безліч чинників, що впливають на оператора, визначають ефективність його праці. Виділяють суб'єктивні – залежні від оператора і об'єктивні – зовнішні по відношенню до оператора чинники. До суб'єктивних чинників відносять: психологічний стан оператора, рівень підготовленості до даного виду операторської діяльності. Об'єктивні чинники діляться на апаратурну, залежну від функціонування техніку, і підпорядковані робочому середовищу, в якому діє оператор.

Людина як складна система, що характеризується фізичними та психічними особливостями, не може працювати без помилок, які можуть призводити до досить серйозних і трагічних наслідків. Помилки оператора – це порушення встановлених граничних значень параметрів, що викликають збої в нормальному функціонуванні ергатичної системи. Помилка є результатом дії, виконаної неточно або неправильно, це відхилення від наміченої мети, неспівпадіння того, що отримано з наміченим планом, невідповідність того, що досягнуто, поставленому завданню [1].

Наслідки помилок оператора різні. У багатьох видах діяльності ціна помилки надзвичайно велика. Результатом помилки оператора може бути травма, нещасний випадок, аварія, катастрофа, екологічне лихо. Катастрофи різноманітного масштабу, пов'язані з неправильними діями операторів, можуть виникнути внаслідок його необережності, відволікаємості, нездатності прийняти вірне рішення в умовах цейтноту. Психофізіологічні стани, що можуть бути причиною неправильних дій або помилки в управлінні та призводити до виникнення катастроф, зображено на рис. 2.

У структурі діяльності оператора виділяють види помилок, що пов'язані з роботою психічних механізмів: помилки сприйняття, уваги, пам'яті, мислення й ухвалення рішення, помилки у вигляді неусвідомлених реакцій на раптові стимули.

Основні причини помилок оператора пов'язані з погано спроектованим робочим місцем, порушеннями в призначеному для користувача інтерфейсі, в організації праці і відпочинку,

психічним і фізіологічним станом оператора, помилками в підготовці системи та оператора до діяльності.



Рис. 2. Психофізіологічні стани оператора, що становлять ризик та можуть призвести до катастрофи

Визначати спосіб управління може як людина, так і технічні пристрої залежно від ситуацій. Людина завжди виступає у вигляді єдиної системи, включеної у все різноманіття наочно-матеріальних, соціальних і суб'єктивних стосунків, кожен з яких може грати вирішальну роль у формуванні її поведінки, реакцій, прийнятті вірних рішень, особливо в стресових ситуаціях, взаємодії з іншими людьми та в результаті на ефективність діяльності. Це визначає складність розгляду людини як елемента системи «людина-машина» [4].

Людський чинник в здійсненні функцій управління – надзвичайно багатогранне і складне явище. З цієї причини важко оцінити рівень надійності оператора, що є однією з найважливіших характеристик в системі «людина-машина». Надійність – здатність зберігати необхідну компетентність у встановлених умовах роботи. Надійність оператора значно знижується за нештатних і екстремальних умов діяльності. Надійність оператора характеризується показниками безпомилковості. Існують такі

підходи до врахування людського чинника для забезпечення безпеки, як планування організаційних структур, що призводять до безпечної роботи; навчання фахівців розпізнавати чинники ризику, здатність працювати в нештатних ситуаціях.

З урахуванням викладеного, узагальнену модель функціонування інформаційно-управляючих систем доцільно представити, використовуючи методи теорії оптимального управління, яка дозволяє врахувати основні особливості її руху – безперервність в часі, непередбачені втручання в управління людини-оператора або машини, можливість визначення оптимального, або раціонального управління згідно показника якості системи, виключення збоїв в її роботі [6]. Крім того, належний вибір фазового простору функціонування інформаційно-управляючих систем на стадіях проектування дає можливість ситуаційно оцінити ймовірне виникнення конфліктів і біфуркацій, що є головною основою визначення, передбачення і виключення аварій і катастроф.

В загальному випадку характер руху ергатичної системи можна визначити векторним диференціальним рівнянням:

$$\dot{X} = G(X, U, t), \quad X(0) = C; \quad (1)$$

де $X = (x_1, \dots, x_n)^T$ – вектор фазових координат;

$G = (g_1, \dots, g_n)^T$ – деяка відома вектор функція;

$U = (u_1, \dots, u_m)^T$ – вектор правління;

$C = (c_1, \dots, c_n)^T$ – вектор початкових умов.

Вектор управління у цьому рівнянні визначає технічні можливості функціонування ергатичної системи, які можуть бути реалізовані шляхом вибору того чи іншого управління з простору припустимих управлінь G_u . При цьому, визначати вид функції управління може як людина, так і технічні пристрої, залежно від ситуацій, що мають місце в реальному часі функціонування системи.

Оцінка ступеня досягнення поставленої мети при тому чи іншому способі управління обумовлюється завданням цільової функції

$$I = F(X(t), U(t), t). \quad (2)$$

В деяких випадках цільову функцію доцільно визначати таким чином, щоб можна було оцінити якість процесу за час функ-

ціонування системи на деякому часовому проміжку $0 \leq t \leq T$. Тоді показником якості управління має бути функція

$$J = \int_0^T F[X(t), U(t), t] dt. \quad (3)$$

Якщо обране управління призводить до конфліктних ситуацій – порушення припустимих обмежень на управління, фазових координат – то визначається оптимальне управління та пріоритет у прийнятті рішення і виконання функцій управління передається технічним пристроям.

Висновки. Досягнення сучасних технологій може породжувати конфлікт між можливостями створення і можливостями використання в людино-технічних (ергатичних) системах відповідних технічних пристроїв через низькі характеристики людини з точності і швидкості виконання управління.

Втручання людини-оператора в процеси управління можуть призвести до тяжких, а в деяких випадках катастрофічних наслідків функціонування інформаційно-управляючих систем. Людина-оператор в силу своєї природи може робити помилки та приймати хибні рішення в умовах цейтноту, що становить загрозу в випадках, коли від її дій залежить здоров'я або життя багатьох людей чи всього суспільства. Саме тому, врахування людського чинника при проектуванні та конструюванні інформаційно-управляючих систем є пріоритетним.

Людина-оператор характеризується фізичним та психічним станом, емоційним настроєм, рівнем інтелектуального розвитку, життєвими обставинами, які неодмінно потрібно враховувати при визначенні управління інформаційно-управляючими системами. Тому для ефективної взаємодії техніки і людини дуже важливе збереження і підвищення психофізіологічної стійкості або надійності операторів, по можливості, виключення стресових ситуацій.

Висновки. Визначені в статті напрямки з урахуванням психічних та фізичних особливостей людини-оператора дають можливість в цілому формалізувати процеси функціонування складних людино-технічних систем та прогнозувати наперед результат здійсненого оператором управління, з урахуванням ризику.

Окреслений у статті підхід уможливорює ситуаційну оцінку виникнення конфліктів і біфуркацій, чіткий розподіл функцій управління, дій і прийняття рішень між людиною-оператором та технічним пристроєм.

Список використаних джерел

1. Забродин Ю.М. Основные направления исследований деятельности человека-оператора в особых и экстремальных условиях // Психологические проблемы деятельности в особых условиях / Забродин Ю.М., Зазыкин В.Г.; Под ред. Б.Ф. Ломова – М.: Наука, 1991. – С. 5-17.
2. Колачов С.П. Сучасні ергатично-системотехнічні проблеми створення інформаційно-управляючих систем військового призначення / С.П. Колачов, Ю.П. Недайбіда, О.В. Драглюк, О.О. Шугалій. – Харків. Збірник наукових праць Академії Внутрішніх Військ МВС України. – Вип.1 (17). – 2011.
3. Либерман А.Н. Техногенная безопасность: Человеческий фактор / А.Н. Либерман. – СПб., 2006. – 101 с.
4. Павлов В.В. Начала теории эргатических систем / В.В. Павлов. – Киев: Наукова думка, 1975. – 240 с.
5. Сергеев С.Ф. Инженерная психология и эргономика: Учебное пособие / С.Ф. Сергеев. – М.: НИИ школьных технологий, 2008. –176 с.
6. Трояновский В.М. Информационно-управляющие системы и прикладная теория случайных процессов / В.М. Трояновский. – М.: Гелиос АРВ, 2004. – 304 с.

The article envisages the specific functions distribution between human and technical facilities, the principal psychological characteristics of an operator which influence on the effectiveness of modern compound technical systems operating. A direction of the creation of compound informative management systems is considered to be are on the base of extrapolation of originate possible situations. The definitions of management and conditions of the ergatic system in the process of functioning are distinguished. The directions with the account of mental and physical features of a person-operator allowing to formalize the processes of complex man-technical systems functioning and to predict in advance the result of the perfect operator control, with regard to the risk are established.

Keywords: ergonomics, ergatic system, informative management systems, human factor, man-operator.

Отримано: 9.01.2013 р.