

SENS ' 2 0 0 6

Second Scientific Conference with International Participation
SPACE, ECOLOGY, NANOTECHNOLOGY, SAFETY
14 – 16 June 2006, Varna, Bulgaria

МЕНТАЛНИ МОДЕЛИ И ИНФОРМАЦИОНЕН, ЗНАНИЕН И СМИСЛОВ PROCESSING НА ЧОВЕКА КАТО УПРАВЛЯВАЩА СИСТЕМА В УСЛОВИЯТА НА МИКРОГРАВИТАЦИЯ

**В. Попов, П. Гецов, И. Димитров, З. Хубенова,
А. Андонов*, К. Методиев, М. Замфиров, П. Панова**

*ИКИ – БАН, e-mail: gecov@space-mail.bas.bg
ВТУ “Т. Каблешков”, София, e-mail: andonov@vtu.bg

MAN AS A CONTROL SYSTEM IN MICROGRAVITATION CIRCUMSTANCES – MENTAL MODELS AND INFORMATION, KNOWLEDGE AND MEANING PROCESSING

**W. Popov, P. Getzov, I. Dimitrov, Z. Hubenova,
K. Metodiev, A. Adnonov*, P. Panova, M. Zamfirov**

*Space Research Institute - BAS, e-mail: gecov@space-mail.bas.bg
University of Transport Todor Kableshkov, Sofia, e-mail: andonov@vtu.bg

Key words: *mental models, man, control system, information, knowledge, meaning*

Abstract

Fundamental peculiarity of Man as a control system is the availability of an intellectual interface by meaning of which. Man accomplishes sensor, cognitive and motor activities. This interface – called a mental model – can be defined as a logical- temporary-algorithmic structure, which memorizes models of control object, control algorithm and taking into account of external factors influence as well as to generate new knowledge. A formalization of human – operator’s activity estimation had been proposed during obvious, emergency, extremely and on-board situations.

Дейността на човека в условията на космически полет се оформя като специфичен вид труд при необичайни и сложни условия, изискващи от него висока активност, готовност да реагира на внезапно възникнали неопределени ситуации, способност да понася натоварвания, безтегловност, изолация, владеене на определена система от знания, навици и умения. Тази своеобразна дейност на човека-космонавт се определя от това, че ергадичната система “космонавт – космически кораб” в известен смисъл е по-автономна, отколкото земната система “човек - машина”. В такава висока автономност на системата, космонавтът е принуден да изпълнява разнообразни функции – управление, наблюдение, комуникация, ремонт, ергадичен резерв и пр., и изисква от него висока творческа активност, целенасоченост и ефективност. Така проблемът за изследването, формализацията и моделирането на човека става

изключително актуален. За неговото решаване е необходимо прилагането на методите и методологиите на редица науки: кибернетика, психология, физиология, системен анализ, биомеханика, математика, компютърни науки и други.

В тази връзка се предложи концепция на човека като управляваща система (ЧУС) [1,2,3,4,5], като една сложна многомерна система, която може да се анализира в различни разрези, по различни структурни или функционални признаци. Основни нейни особености са:

- няколко структурни нива;
- няколко функционални нива;
- асинхронност на процесите и изчислителните процедури;
- възможност за различни режими на функциониране – обучение, умение и самообучение;
- възможност за работа с данни, знания и собствени модели;
- възможност за работа с информация от различен «тип» - сигнали, знаци, символи и on-line превключване и конвертиране от един в друг вид.

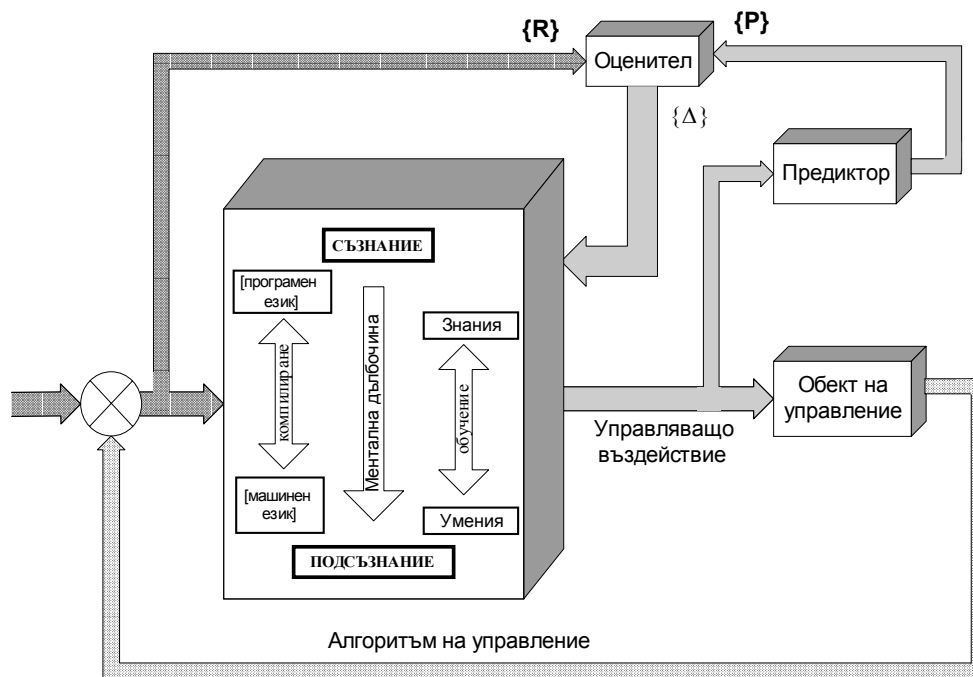
Приемаме, че фундаментална особеност на ЧУС е наличието на ментален субективен модел в основната верига на управление. В свободен превод, ментален модел (ММ) означава мисловен модел. Той е и субективен, защото мисловният модел се синтезира и съществува в менталното пространство на отделната личност, при което винаги са налице както незначителни, така и съществени разлики между менталните модели на отделните индивиди.

Концепцията за ММ е основно разглеждана в работите по взаимодействието на човека с неговата среда, с менталните процеси лежащи в основата на управлението [6]. По-късните изследвания са свързани с когнитивния подход [7,8,9], нивата и начините на управление в случай на трудово (работно) поведение. В основата лежи концепцията за поведението на човека при управление на реални промишлени процеси, при което се дефинират три нива на поведение – умения, правила и знания [9].

Формализирано, менталният модел представлява логико-времево-пространствена структура (ЛВП-С). Такава формализация дава възможност за алгоритмично моделиране и последваща програмна реализация на ММ. В процеса на обучение на човек като оператор (шофьор, пилот, космонавт и др.), в неговото ментално пространство и дълговременна памет се формират два модела – на управляемия обект и на управлението му. Те остават в паметта като “празни, кухи” структури (черупки). Това означава, че в подобни ЛВП-С те са записани в параметричен вид, като конкретните стойности на параметрите се “появяват” в ММ, когато ЧУС започне да управлява конкретен обект т.е. реална техническа система. С течение на времето в менталното пространство на всеки обучен се оформя библиотека от модели и съответно управление на библиотеката, което извиква съответните модели за съответния управляван обект.

Човекът като управляваща система е една многопластова “система от системи”, която непрекъснато мени, настройва своята структурна и алгоритмична сложност (вътрешна сложност), в зависимост от промените на управляемия обект и моментната ситуация. Управлението на алгоритмичната сложност се осъществява в зависимост от сложността на ситуацията (външната сложност). Това се извършва от специализиран “оценител” на сложността посредством превключването на различен брой нива на управление. Максималната алгоритмична сложност изразява пределните ментални възможности на ЧУС.

В менталното пространство се дефинира параметър “ментална дълбочина” h , който заема стойности в интервала $h_{\min.} - h_{\max.}$ Менталната дълбочина корелира със степента на автоматизъм при изпълнение на определен алгоритъм и със скалата “съзнание – подсъзнание”, или “съзнателно – автоматизирано”, или метафорично с компютърното мислене “програмен език – машинен код”, т.е. посоката на компилиране. Идеята за това е показана на **фиг.1**. ЧУС осъществява непрекъсната оптимизация по критерия минимизация на необходимата структура и функция за изпълнение на дадена задача (цел).



Фиг. 1. Параметър “ментална дълбочина” h , зависи от външната сложност на ситуацията.

Човек може да възприема, преработва и конвертира помежду им количествени данни, сигнали и символи от различни модалности. В този случай разбирането е, че визуалната модалност е фундаментална. Той “вижда” информацията от различните модалности на “екран”, на който може да прожектира бъдещето на процеса и да взема решение за неговото управление.

Човек има възможност за краткосрочно и дългосрочно прогнозиране на резултатите от определено въздействие върху обекта. Тази прогноза той реализира по метода на мисловния експеримент – замества в менталния обект мисловно (виртуално) избраните от него стойности за параметрите на извънредните ситуации и следи реакцията върху мисловния екран (менталното пространство). Той ги прилага за няколко набора от стойности и избира най-добрия случай по негова преценка.

В ролята си на управляваща система, човекът извършва най-различни дейности и операции, които могат да бъдат представени с два примитива или с два вида действия: *изчислителни* и *логически*. Изчислителните операции носят „количествен” характер на действията (дейностите), а логическите операции – „качествен” характер. Ако слезем едно ниво надолу ще установим, че той работи с данни и знания. Данните –

това са фактите, които човек има и трупа в своята дълговременна памет, а знанията са закономерностите, операциите, отношенията между фактите, а също така – закономерностите и правилата, по които могат да се извеждат нови правила и следователно – *нови знания*. Обработката на знания и генерирането на нови знания може да се нарече *знаниен процесинг*. Той се реализира по формата “АКО...ТО...” (“IF...THEN...”): лявата част е предиката (твърдение, установени факти или числа), а дясната част – заключението, извода. Съвкупността от всички правила в съзнанието на човека се нарича „машина за изводи” или „логическа машина”. “АКО...ТО...” е форматът, чрез който могат да се извършват аритметични и други количествени операции, логически действия и *знаниен процесинг*. Това е универсалният формат, с който оперира човекът като управляваща система. При ЧУС всички операнди са „написани” на естествения език и всички променливи са лингвистични величини от размит (fuzzy) тип.

На базата на казаното, се предвижда реализиране на експеримент за изследване на ЧУС, при който ще бъдат изследвани неговите ММ. Едновременно с това ще работят РС-базирани, алгоритмични ММ. Операторът и РС-базираните ММ ще получават данни за поставените задачи от виртуална реалност, реализирана чрез РС-базирана виртуална среда.

Предвижда се създаване на детайлизирани алгоритми и компютърни програми за реализиране на експериментално изследване на ММ. Компютърните програми ще реализират стимули на базата на Virtual Reality (VR), ще обслужват периферните устройства на експеримента, ще регистрират реакциите на модела и оператора. При това ще се използват: Head mounted display; Joystick; Magellan/SpaceMouse; Data Glove; Foot pedal device; Video Camera; Audio device; Computer.

В хода на експеримента ще се извършат следните основни дейности: експеримент с VR-стимули, ментални модели и модел на оператора; параметризиране на ментални модели и модела на оператора; анализ на данните от проведените експерименти.

На **Фиг. 2** е изобразена схемата на експеримента. Стимулите на базата на Virtual Reality (VR), реализирани върху РС, ще се предават на Head mounted display. Операторът, на базата на своите ментални модели, ще възприема и обработва подаваната му информация. Вземаните от него решения ще се предават на Virtual Reality чрез периферни устройства: Joystick, Magellan/Space Mouse, Foot pedal device, Data Glove, Foot pedal device. Средата Virtual Reality, РС базирана, ще изработва нови свои състояния, съобразени с взетите от оператора решения и заложените алгоритми. VR-средата ще подава данни на РС базираните менталните модели. Те от своя страна ще изпълняват дейност, независимо и паралелно на оператора. Всички резултати от експеримента ще се архивират и анализират.



Фиг. 2. Постановка на експеримента за симулиране на ЧУС и изследване на неговите ММ.

Целта на разработката е създаване на библиотека от базови ММ, като ментални клонинги на когнитивната дейност на лидери по управление на сложни обекти. Те могат да намерят приложение в различни области като: създаване на роботизирани устройства и сонди за изследване на дълбокия космос; създаване на обектно ориентиран интерфейс за управление на космическите станции; при изследване на пределните възможности на оператора-астронавт; създаване на адаптивни системи към индивидуалните особености и способности на оператора-астронавт; при изследване на влиянието на отделни или група фактори на космическия полет върху работата на ЧУС (напр. безтегловност). Това дава възможност за стартиране на една по-дългосрочна програма за създаване на виртуален ЧУС.

Литература:

1. В. Попов, П. Гецов, Кр. Стоянов. "Човекът като управляваща система – системологичен анализ", 30 години организирани космически изследвания в България (сборник с доклади), И-т за космически изследвания–БАН, София 2000 г., 256-258.
2. П. Гецов, В. Попов, Кр. Стоянов. "Параметричен модел на човека като управляваща система. Параметричен модел на човешка дейност", 30 години организирани космически изследвания в България (сборник с доклади), И-т за космически изследвания–БАН, София 2000 г., 259-261.
3. В. Попов, Ц. Василева. "Човекът – регулатор или управляваща система?", Юбилейна научна сесия 2004 "90 години авиационно образование в България, НВУ "Васил Левски" – ф-т "Авиационен", гр. Долна Митрополия", 22-23 април 2004 г.
4. T. Vassileva, W. Popov. "Algorithmic model of human as a ruling system", WDS`03 Proceedings of contributed papers, part I, Mathematics and Computer sciences, Charles University, Prague, 2003, 243-247.
5. T. Vassileva, W. Popov. "Down – Up Model of Human as a Control System", WDS`04 Proceedings of contributed papers, part I, Mathematics and Computer sciences, Charles University, Prague, 2004, 218-222.
6. Craik, K. (1943). *The nature of explanation*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
7. Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference and consciousness*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
8. Johnson-Laird, P.N. (1994). Mental models and probabilistic thinking. *Cognition*, 50, 189-209
9. Rasmussen J. - „Mental models and the control of action in complex environments”, *Mental Models and Human-Computer Interaction* 1, D. Ackerman and M. J.Tauber (Editors), Elsevier Science Publishers B.V.(North-Holland),1990.