



**ПРОБЛЕМИ НА ИНФОРМАЦИОННА ПОДДРЪЖКА НА
ВЗЕМАНЕТО НА РЕШЕНИЯ В ЕРГАТИЧНИ СИСТЕМИ ЗА
УПРАВЛЕНИЕ**

Зоя Хубенова¹, Владимир Гергов²
zhubenova@space.bas.bg; ²vladigergov@abv.bg

¹*Институт за космически изследвания и технологии – БАН,
ул. "Академик Георги Бончев", бл. 1, София 1113,*
²*ВТУ „Т. Каблешков”- София, ул. „Гео Милев” 158, София 1574,
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: ергатична система, човек-оператор, система за вземане на решения, изкуствен интелект

Резюме: В статията се обсъждат научно-методическите основи за създаването на системи за интелектуална поддръжка на оператори в сложни ергатични системи. Доколкото в дадения клас системи централно място заема ергономичния аспект, то тяхното изследване изисква комплексен подход на базата на съвременните постижения в различни междудисциплинарни области. Представени са когнитивните аспекти на обучение на оператори и прилагането на хибридният интелект в автоматизирани ергатични системи. Разгледани са въпросите свързани с интерфейса човек-машина, които в максимална степен отчитат човешкия фактор при информационно взаимодействие.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В сферата на автоматизацията на техническите и производствени системи изключително важна роля играят ергатичните системи за управление (ЕСУ). Общата тенденция в развитието им се свързва с нарастването на степента на сложност на обектите за управление, с повишаване степените на потенциалните опасности на външната среда; разширяване на състава и нивото на сложност на решаваните функционални задачи, ръста и обема на обработваната информация; съкращаване на времето за вземане на решения; нарастване цената на грешките, точността и качеството на взетите оперативни решения и др. Вследствие действието на всички тези фактори работата на човека-оператор (ЧО) е свързана със все по-голямо сетивно, емоционално и интелектуално претоварване. По този начин ефективната работа ЕСУ се свежда до оптималното разпределение на функциите между оператор и техническите средства с отчитане на психофизиологичните възможности на човека. Решаването на този проблем излиза от рамките на възможностите на традиционните системи за автоматизация. Перспективен изход в осигуряването на интелектуална поддръжка на действията на оператора са методите и средствата на изкуствения интелект.

Доколкото в дадения клас системи централна роля играе ергономичния аспект, то тяхното изследване изисква и комплексен подход на база съвременните постижения

в редица научни дисциплини – в психологията, ергономията, информатика и теориите на изкуствения интелект.

2. ПСИХОЛОГИЧЕСКА ТЕОРИЯ НА ДЕЙНОСТТА НА ОПЕРАТОРА

За задачите на автоматизацията на ергатичните системи важно място заемат инженерно-психологичните изследвания на дейността на оператора. За разлика от механистичната теория, където в системата «човек-машина» човекът и машината са равнопоставени елементи, в инженерната психология базово значение се придава на дейността на оператора – функционирането на ЕС се подчинява на целта, която той си поставя [1].

Дейността е форма на активно взаимодействие, в хода на което човек целенасочено въздейства на обектите на обкръжаващата го среда. Компонентите на дейността са [2]:

- мотиви, подбуждащи субекта към дейност;
- цели, като прогнозируеми резултати на тази дейност;
- действието, като самостоятелна част от дейността му, която е напълно осъзната;
- човешка цел;
- операцията, като изпълнителна единица на дейността, като способ за изпълнение на действията.

Психологическата структура на операторската дейност включва: възприятие и оценка на условията, в които действа операторът; планиране на последователността от действията; поддържане на активно внимание; наличие на волеви усилия; извличане от паметта на необходимата информация; наблюдение за хода на дейността и контрол на резултатността от тези действия.

Дейността на човека-оператор включват следните етапи:

1) Приемане и възприятие на постъпващата информация, при което се изпълняват следните основни действия: откриване на сигнала; отделяне на най-важните от тях; разшифроване и декодиране на информацията; построяване на предварителен образ на ситуацията.

2) Оценка и преработка на информацията: запомняне на информацията; извличане от паметта на нормативни информационни образци; декодиране на информацията.

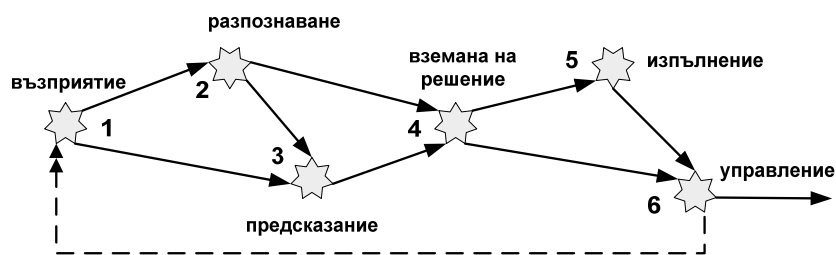
3) Вземане на решение (много зависи от «ентропията на множеството решения», т.е. от наличните алтернативи).

4) Реализация на взетото решение с въздействие на изпълнителните органи, която в повечето случаи зависи от готовността на оператора бързо, на нивото на автоматизма да изпълнява сложни действия в екстремални условия.

5) Проверка на решенията и тяхната корекция.

Функциите, които операторът изпълнява в процеса на своята дейност са: сензорни – приемане на информацията, интелектуални – възприятие, оценка и преработка на информацията, волеви – вземане на решения, ефекторни – реализация на решенията. Психиката, психическите процеси се явяват регулатори на дейността, посредством които операторът направлява, контролира и коригира своите действия в съответствие с поставената цел. Реализацията и контролът се осъществяват циклично.

Процесът на управление се разделя на отделни етапи на преобразуване на информацията – възприятие, разпознаване, предсказание, вземане на решение и изпълнение. В съответствие с това във всеки възел на управление съществува и вътрешна йерархия. Тази вътрешна йерархия определя не толкова подчинеността на отделните етапи, колкото тяхната последователност и в този смисъл йерархията е условна. Всеки от етапите на преобразуване на информацията има своя цел (фиг.1), което се отнася най-вече за възприятие и разпознаване [3,4].



Фиг. 1. Етапи на преобразуване на информацията.

Главна задача на инженерната психология е проектирането на дейността на оператора и поради това, при проектирането на системи за подпомагане вземането на решения съществена роля трябва да имат инженерно-психологичните аспекти. Но не само това - необходимите проектни решения трябва да се основават на съвременните компютърни технологии, методологии и инструменти на изкуствен интелект. По този начин, проблемът за интелектуалната подкрепа на ЧО неминуемо създава широк спектър от въпроси от различни дисциплини, които трябва да бъдат разглеждани в единна теоретична платформа. Такава платформа е когнитивната парадигма.

3. КОГНИТИВЕН АСПЕКТ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕРГАТИЧНИ СИСТЕМИ

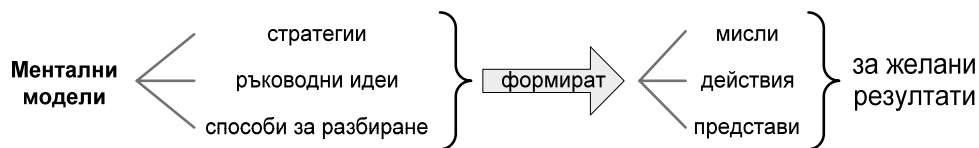
Когнитология (когнитивната наука) е междудисциплинарно научно направление, обединяващо теорията на познанието, когнитивната психология, нейрофизиологията, когнитивната лингвистика и теорията за изкуствения интелект. Когнитивната психология е наука за човешкия разум: мисли, умозаключения, език, памет и роля на сензорните стимули. Тя възниква през 60-те години на 20-и век в противовес на бихевиоризма и връща в предмета на психологията субективния аспект [5].

Когнитивната психология често се основава на аналогията между преобразуването на информацията в компютъра и осъществяването на познавателните процеси в човека. Когнитивната система на човека се разглежда като система, имаща устройства за въвеждане, съхранение, извеждане на информацията с отчитане на нейната пропускателна способност. Такъв подход се нарича *компютърна метафора* в когнитивната психология.

В когнитологията като цяло и особено в когнитивната психология ключови се явяват понятията репрезентация и ментален модел [6,7].

Менталните *репрезентации* са вътрешния, субективен модел на външния свят. Информацията, получена от органите на чувства на индивида, се съхранява в неговата памет във вид на абстрактни репрезентации. *Менталният модел* – това е такава категория ментални структури, която организира конфигурацията от данни, т.е. съхранява и организира предшествувания опит на индивида и управлява понататъшното му възприятие и опит.

И физическия свят и мисленето са структурирани. Менталната система репрезентира структурата на света, но не във взаимно еднозначно съответствие.



Фиг. 2. Структура на менталните модели

Сценарий е подредена последователност от действия, които се развиват в някакъв пространствено-времеви контекст и се подчинява на дадена цел. Сценарият определя

агентите на действие (actors), самите действия (actions), свързани с достигането на целите в конкретни обстоятелства. Сценарият се състои от слотове и изисквания с какво тези слотове могат да бъдат запълнени. С други думи, сценарият точно определя ролите, както и задължителните и незадължителните действия. За всеки един от слотовете има "стойности по подразбиране" (default values), които се подразбират, ако агентите, действията и обектите на действие са неопределени за дадения конкретен контекст.

Сценарият представлява събитията, настъпили във времето и пространството, като едни актове следват други, така че отделните елементи на сценария - актовете - са свързани помежду си с пространствено-времени и причинно-следствени (каузални) връзки.

Подобно на самото събитие в реалността, сценариите са структурирани, т.е. те се състоят от подсценарии (subscripts) или сцени (scenes podstsenariiev). Всяка сцена се разпада на поредица от последователни действия. Във всяка сцена има централен, най-важен акт. Главните актове на всяка сцена включва подцели.

Към когнитивните процеси се отнасят паметта, вниманието, възприятието, действието, вземането на решение и въображението. Когнитологията позволява да се опише поведението на ЧО в термините на информационния поток или функционирането и поради това е мощен инструмент за изследване на ергатичните системи.

4. АДАПТАЦИЯ И ПРИНЦИП НА ХИБРИДНИЯ ИНТЕЛЕКТ

В простите случаи машината осигурява на ЧО информация за реалната обстановка и осъществява трансформацията на неговите действия в сигнали за управление на изпълнителните му механизми. За много видове ЕСУ основни са ръчните и полуавтоматични режими на управление. При това се поставят високи изисквания към оператора – към неговите сензомоторни реакции, тренираност и координация на движенията, способност мигновено да се ориентира и взема решения в критични ситуации и с автоматизъм да изпълнява тези решения. На по-високо ниво на автоматизация ЕСУ компютъра заменя човека при изпълнение на редица функции. По-голямо и гъвкаво взаимодействие между човека и машината се осигурява в адаптивните ЕСУ.

Свойството *адаптация* ЕСУ включва приспособяването към изменящите се условия на работа както вътре в системата, така и по отношение на външната среда и в изменение на режима на функциониране в съответствие с новите условия. В адаптивните ергатични системи се осъществява гъвкаво разпределение на информационно-управляващите функции между човека и машината [8].

До неотдавна свойството адаптация на ергатичните системи се реализираше благодарение приспособяването на възможностите на човека, гъвкавост и пластичност на неговото поведение и възможност да реагира в зависимост от конкретната обстановка. В настояще време се поставя въпроса за реализация на механизми за адаптация на средствата на компютърния интелект: интелектуалната информационно-управляваща среда на ЕСУ трябва да изменя своите параметри и функции в зависимост от текущото конкретно психофизиологическо състояние на човека и показателите за ефективност на неговата дейност.

Но машината не може да се конкурира с човека в слабо структурирани ситуации, за това в сложни и изменящи се среди на функциониране, операторът неизбежно ще бъде водещо звено в управляващия тандем «човек - компютър». Но само сензомоторна и психофизическата кондиция и навици на оператора са недостатъчни за ефективното управление – необходимо е също да се отчита и използва неговите интелектуални ресурси. За това еволюцията на ЕСУ неизбежно ще се основава на принципа на

хибридният интелект [9] – симбиотичната интеграция на функционалността на изкуствения (компютъра) и естествения (оператора) интелекти.

5. ЧОВЕКО-МАШИНЕН ИНТЕРФЕЙС

Важен компонент на архитектурата на перспективните ЕСУ е човеко-машинния интерфейс (ЧМИ), отчитащ в максимална степен човешкия фактор – психологичните, физиологичните и анатомични аспекти на човекомашинното взаимодействие, като се анализира и целият комплекс решавани функционални задачи.

Операторът е лишен от възможността за непосредствено наблюдение на управляемия обект и е принуден да използва информацията, която постъпва при него по различните канали за връзка. Характерна особеност на неговата дейност е взаимодействието му не с реалните обекти, а с информационните модели, както и въздействието върху обектите чрез дистанционно управление. Един от основните фактори, които влияят на качеството на дейността на ЧО и следователно на системата като цяло е информационното осигуряване на неговата дейност. Информационният модел (ИМ), като най-важна съставна част на информационното осигуряване, представлява особена организационна съвкупност от информация, предоставяна на оператора в ЕС [10,11].

Съвременният ЧМИ включват компютърния потребителски интерфейс. С нарастващата сложност на операторската работа растат и изискванията към функционалните и ергономични аспекти на потребителския интерфейс. Многообразието на тези изисквания може да се удовлетвори със създаването на интелигентни мултимодални интерфейси, кои могат да обработват паралелно няколко потока информация [12]. Съвременният диалогов интерфейс се организира при прилагането на речев интерфейс, компютърни технологии с 3D визуализация и виртуална реалност.

6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложното оборудване на обекта на управление, големия обем постъпваща информация, сложността на решаваните задачи, минималното време за вземане на решения водят в дадени случаи до несъответствие на възможностите на човека и изискванията за ефективно управление. Един от начините за решаване на този проблем е създаването на интелектуални системи за поддръжка на операторите за помощ в оперативното управление на автоматизираните системи, при контрола на работата им и прогнозиране на аварийни ситуации. Високото ниво на автоматизация и интелектуализация позволява да се намали натоварването на оператора, да се повиши ефективността на неговите действия и да се увеличи надеждността на функциониране на ЕСУ.

Опита в разработката на теоретичните основи и практическата реализация на интелектуалните системи свидетелстват за тяхната перспективност при управление на сложни обекти, където е необходимо да се разпознават и диагностират, да се вземат решения, да се формализират плановете за действие, да се създават и проверяват хипотези и пр. Проектирането на сложни йерархични интелектуални системи за поддръжка на оператора носят итеративен характер и се базират на проектирането на отделни подсистеми и тяхната интеграция в единно цяло въз основа на най-новите постижения на науката в областта на изкуствения интелект, както и използването на съвременни инструменти за създаване на интелигентни приложения. Например, хибридацията стана възможна чрез разнообразните съставящи техники на изкуствения интелект и компютърната интелигентност и интелигентните системи. Голямата част от тях като функции са едни и същи, но теоретичните им представяния и особено приложенията им се различават. Такива са: изкуствени невронни мрежи,

размити множества и размита логика, генетични алгоритми, машинно обучение, опорни вектори и статистическа теория на обучението, интелигентни агенти и др.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Salvendy G. (Editor), Handbook of Human Factors and Ergonomics, Purdue University, 2006, Canada
- [2] Леонтьев А.Н., Деятельность, сознание, личность. М.: Политиздат, 1975.
- [3] Хубенова З., А. Андонов, Анализ и оценка на работоспособността на оператора в сложна човеко-машинна система. SES'2005, Scientific Conference "SPACE, ECOLOGY, SAFETY" with International Participation, Varna,, Book I, p. 123-129
- [4] Гецов П., Полунатурно конструиране на системи за управление на безпилотни самолети, АИ "Проф. М. Дринов", 2011
- [5] Герчева Г., Когнитивна психологията основни проблеми на когнитивната психология, <http://shmoksy.com/Books/Docs/PsyKognitive.doc>
- [6] Deborah M. Licht and Donald J. Polzella, Human Factors, Ergonomics, and Human Factors Engineering: An Analysis of Definitions, CSERIAC, 2008.
- [7] Bower G. H., Morrow D.J., Mental Models in Narrative Comprehension //Science - 1990.
- [8] Венда В., Системы гибридного интеллекта: эволюция, психология, информатика. М.: Машиностроение, 1990.
- [9] Doyle, J. C., Theoretical Foundations for Virtual Engineering for Complex Systems, 1997, <http://www.cds.caltech.edu/vecs>
- [10] Peter H. Lindsay , Donald A. Norman, Human Information Processing, by Academic Press Inc.,U.S, 1972.
- [11] Thomas B. Sheridan, William R. Ferrell, Men-Machine Systems: Information, Control and Decision Models of Human Performance, Hardcover, 2002.
- [12] Rasmussen, J., Information Processing and Human-machine Interaction: an approach to cognitive engineering. New York. Elsevier Science Ltd. 1986.

PROBLEMS OF INFORMATION SUPPORT OF DECISION MAKING IN ERGATIC CONTROL SYSTEMS

Zoya Hubenova¹, Vladimir Gergov²
zhubenova@space.bas.bg, vladigergov@abv.bg

¹*Space Research and Technology Institute –BAS, Acad G. Bonchev Str., Bl. 1, 1113 Sofia,*
²*University of Transport Todor Kableshkov, 158 Geo Milev str., 1574 Sofia,*
BULGARIA

Key words: *ergatic system, human-operator, decision-making system, artificial intelligence.*

Abstract: *The article discusses the scientific and methodological bases for the creation of systems for intellectual support operators in complex ergatic systems. Insofar as in this class of systems central place gets ergonomic aspect, their study requires an integrated approach based on recent advances in various interdisciplinary areas.*

The cognitive aspects of operator training and implementation of hybrid intelligence in automated ergatic system have been present. Discussed issues related to human-machine interface, which take the utmost account of the human factor in information interaction.