

УДК 681.51:623.592

М.А. Павленко, С.В. Смеляков, В.Н. Руденко, С.И. Хмелевский

*Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, Харьков*

## НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИНТЕРФЕЙСОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Рассматриваются перспективные направления развития средств и интерфейсов взаимодействия операторов с автоматизированными системами управления специального назначения. Также производится оценка возможностей по повышению оперативности и надежности работы операторов при использовании новых средств взаимодействия. Определены основные перспективные направления разработки систем информационного обеспечения деятельности операторов, построенные на основе рассмотренных средств и интерфейсов взаимодействия оператора с автоматизированными системами специального управления.*

**Ключевые слова:** интерфейс, оператор, АСУ, информационное обеспечение, информационное взаимодействие, эргономика.

### Введение

Развитие и создание современных систем автоматизированного управления (АСУ) различного назначения происходит по одним и тем же законам и правилам [1 – 16]. Если провести подробный анализ принципов и подходов проектирования и построения АСУ, то вряд ли нас ожидают большие изменения в принципах их построения в ближайшее время [4]. При этом совершенно различные АСУ как по назначению, так и по пространственной разнесенности строятся и будут строиться по одним и тем же правилам и законам.

Тогда правомочен вопрос: «А что тогда нового и уникального в разработке каждой АСУ в отдельности?». Первый и наиболее очевидный ответ будет конечно же в уникальности каждого процесса управления и разрабатываемой для его реализации АСУ. Далее можно говорить о уникальных и интересных технических решениях тех или иных задач и вопросов. Так или иначе мы будем останавливаться на технических особенностях реализации систем управления без относительно их процессов создания и проектирования. Сами же эти процессы мало изменились за последние десятилетия [15].

На данном этапе развития науки и особенно развитии техники все больше внимания уделяется не технической, а программной реализации различных процессов хранения, передачи, обработки и анализа информации в процессе функционирования систем управления. Именно программная часть системы на сегодня является основной составляющей цены систем управления их модификации и развития [17]. Конечно же нельзя оставить без внимания и технические аспекты развития АСУ [14]. Однако как всегда только максимальное использование возможностей программных и аппаратных средств позволяет реализовать в полной мере возможности систем управления. При таких подходах к разработке АСУ все

больше внимания уделяется процессам информационного обеспечения операторов АСУ [1-10], в то время как другим вопросам уделяется меньше внимания либо же используются «стандартные», наработанные решения без оценки их оптимальности и необходимости в каждом конкретном случае [19]. К таким вопросам наиболее часто относятся вопросы проектирования систем взаимодействия оператора с АСУ [1 – 23]. Вопросы, связанные с оптимизацией деятельности оператора, повышения оперативности и надежности его работы всегда будут оставаться актуальными и обособленно стоять при разработке автоматизированных систем управления. Таким образом, анализ перспективных направлений развития средств взаимодействия и интерфейсов взаимодействия оператора с АСУ является актуальным. Знание перспектив развития средств взаимодействия систем «человек-машина» позволит более взвешенно подойти к вопросам разработки систем информационного обеспечения деятельности операторов АСУ и повысить эффективность труда операторов.

**Анализ литературы.** К основным работам, посвященным разработке систем информационного обеспечения деятельности операторов в системах «человек-машина», можно отнести [1 – 25].

Большинство из этих работ отражают различные этапы развития информационных систем взаимодействия, а также приводят рекомендации по разработке интерфейсов для различных специализированных систем управления, тренажеров или объектов контроля и управления. Однако проведенный анализ данных работ показывает, что все они ориентированы на существующие методы организации интерфейсов взаимодействия безотносительно к перспективам развития данных систем. Данная же работа направлена на обобщение и концентрацию на перспективных системах взаимодействия человека-оператора с техническими системами. Это в свою очередь позволит изменить подходы к разработке систем и средств

взаимодействия и сломить устоявшиеся решения и подходы к проектированию систем взаимодействия.

**Целью данной статьи** является обобщение информации о принципах построения интерфейсов взаимодействия оператора в перспективных АСУ на основе новых технических и научных решений.

### Основная часть

Перед переходом к рассмотрению перспективных направлений развития интерфейсов для взаимодействия операторов с АСУ рассмотрим основные существующие подходы к построению систем взаимодействию оператора с АСУ.

В общем случае средства взаимодействия можно разделить на два больших класса [12]:

- средства отображения информации;
- средства ввода информации.

Естественно эти средства взаимосвязаны и разработка одних учитывает особенности построения других. Как минимум это должно быть так. Если рассматривать оба эти класса их тоже можно условно разделить на следующие подклассы: приборные средства отображения; средства индивидуального отображения информации; средства коллективного отображения информации; индикаторные средства; номограммы, стенды, схемы и многие другие.

Средства ввода информации: клавиатуры; кнопки; специализированные пульты; рычаги, педали, рукоятки; средства указания (мышь, трекбол, световое перо и др.) и т.д.

Чаще всего эти системы ввода-вывода информации объединяются в автоматизированные рабочие места (АРМ) различного назначения и состава [19].

Вот, в принципе, и все «многообразие» существующих подходов к построению систем взаимодействия человека с АСУ (объектами управления).

Как видно, набор средств достаточно ограничен и количество их сочетаний так же ограничен. Разнообразие так же может достигаться за счет использования новых технических решений [3]: сенсорные кнопки, сенсорный экран и т.д, что принципиально не изменяет идеологии построения систем взаимодействия оператора с АСУ.

Рассмотрим основные направления развития средств отображения информации [5].

К таким средствам можно отнести разработку 3D мониторов и систем отображения информации. Особенно ценными такие системы будут для военной сферы, управления транспортом, проведения научных исследований в физике, химии, биологии и др. Существует достаточно большое количество прототипов таких систем [23]. Такая система позволит проводить всесторонний анализ предметной области (объекта, явления, процесса) и уменьшить время перехода от оперативного образа к концептуальным моделям, за счет практически полного соответствия между внешней средой и ее концептуальным представлением.

Дальнейшим развитием такого подхода (или альтернативой развития систем визуализации) может быть создание виртуальной среды отображения информации [5]. Для создания виртуальной среды могут быть использованы шлемы виртуальной реальности [10], 3D очки [9], очки дополнительной реальности (типа Google Glass) [3] и другие.

Далее можно выделить системы контроля за активностью оператора и косвенного взаимодействия (поддержания активности, контроля работоспособности и др.) оператора с автоматизированными системами управления.

Система контроля состояния оператора по результатам компьютерной обработки видеоизображения лица человека [23]. Данная система может фиксировать положение зрачка, а также определять смыкание или размыкание век. В настоящее время наибольшее развитие данная технология получила в системах обеспечения безопасности работы оператора на транспорте. Совместно с рассмотренной технологией может быть использована технология контроля и обработки электрокардиограмм [22, 23]. Данная технология позволит контролировать состояние оператора, производит оценку фазы активности оператора и предотвратит «проваливание» операторов в сон [23].

Интересной разработкой является трекер движения головы. Данный метод базируется на распознавании движения головы оператора по результатам обработки видеоизображений [23]. При реализации данного метода возможно решение таких разноплановых задач как контроль деятельности и состояния оператора, так и реализации функций управления системами или объектами в виде жестов головой. Так же данный способ взаимодействия удачно может быть интегрирован с системой голосовых команд реализованный в виде голосового интерфейса [20]. Голосовой интерфейс так же является одним из перспективных направлений реализации коммуникации между оператором и АСУ специального назначения.

Окулографические интерфейсы. Очень интересное направление исследований, однако сам по себе окулографический интерфейс, на сегодняшний день, используется при реализации маркетинговых исследований [23]. В тоже время с использованием данного интерфейса реализованы механизмы управления техникой, следящими устройствами, устройствами получения видео и фото изображений [23]. Данный метод возможно использовать в совокупности с другими методами взаимодействия возложив на него те задачи, которые могут быть успешно решены с его использованием.

Следующим видом интерфейсов, который мы рассмотрим, будет электромиографический интерфейс [23]. В настоящее время выделяют три различных вида управления устройствами с использованием электромиографического интерфейса. Первый – это управление с помощью биосигналов мышц. Данный подход – самый простой и в тоже время высокоэф-

фективный. Электрические сигналы с нервных окончаний мышц достаточно хорошо идентифицируются и не требуют сложных алгоритмов обработки, что делает данную технологию ведущей при внедрении миоэлектрических интерфейсов. Второй подход это управление с помощью сигналов снятых непосредственно с нервов [11]. Третий механизм связан с интеграцией датчиков, принимающих команды, непосредственно в мозг или мозговые оболочки оператора [5-6]. Несмотря на существование таких технологий на уровне прототипа, их внедрение – дело завтрашнего дня, поскольку ряд проблем, связанных с регистрацией сигнала, еще ждет своего решения. Большие надежды связываются с новыми технологиями регистрации активности нервов, основанными на оптических, а не электрических механизмах.

Нейрокомпьютерный интерфейс (НКИ) – это система обмена информацией между мозгом человека и электронными устройствами. Система может быть, как однонаправленной, так и двунаправленной. На сегодняшний день получены реально работающие

прототипы и их количество начинает стремительно увеличиваться. Нейрокомпьютерный интерфейс, при всей кажущейся фантастичности своего существования, имеет право на существование и является одним из самых перспективных для построения систем взаимодействия человека и АСУ. Такая система позволит обмениваться образной информацией, осуществлять непосредственное взаимодействие между операторами, системами, объектами управления, реализовать совместную работу операторов в едином информационном пространстве и т.д. Можно по-разному относиться к данному виду интерфейсов, однако и такие экзотические их виды нужно иметь в виду для разработки перспективных систем управления.

Рассмотрим, как именно развитие новым способом отображения информации и взаимодействия с АСУ будут влиять на процесс разработки подсистемы информационного обеспечения деятельности оператора АСУ. Процесс создания подсистемы информационного обеспечения деятельности оператора АСУ показан на рис. 1.



Рис. 1. Перечень задач, решаемых при разработке системы информационного обеспечения деятельности оператора

Тогда для разработки новой системы информационного обеспечения деятельности оператора АСУ необходимо будет пересматривать все множество задач, производить их переосмысление, важность, необходимость и взаимосвязь. Это окажет существенное влияние на вопросы связанные с проектированием деятельности оператора и с инженерно-психологической оценкой качества информационных моделей и системы в целом.

## Заключение

Разработка информационной подсистемы АСУ специального назначения охватывает огромное количество различных направлений связанных со сбором, хранением, переработкой, отображением и передачей информации. Однако в этом множестве подсистем и систем можно выделить непосредственно систему информационного взаимодействия оператора с АСУ. Динамичное развитие технологий связанных с расширением возможностей взаимодействия человека и технических систем позволяет рассматривать вопросы, связанные с созданием перспективных систем взаимодействия человека и техники основанном на новых принципах. Использование данных принципов на первых этапах позволит создать эффективные средства

контроля за состоянием оператора, условиями его работы и реализации простейших операций взаимодействия с использованием новых подходов.

На последующих этапах развития систем взаимодействия получают развития голосовые интерфейсы, что позволит упростить процесс информационного взаимодействия человека и АСУ, а также внесут значительные изменения в процесс проектирования деятельности оператора при эксплуатации таких систем.

Внедрение 3D-систем отображения информации существенно окажет влияние на процесс информационного обеспечения и позволит создавать реалистичные системы отображения и перейти от условности и ограниченности символьных (знаковых) систем отображения к естественным методам представления и отображения информации, с учетом пространственного и временного взаимодействия.

Остальные же типы интерфейсов еще должны пройти свой путь развития от инженерных разработок до полноценных технологий взаимодействия, пройти апробацию и полноценно начать реализацию своих возможностей. Вот тогда и придется полностью пересмотреть процесс разработки систем информационного обеспечения деятельности операторов АСУ специального назначения.

## Список литературы

1. Анохин А.Н. Вопросы эргономики в ядерной энергетике / А.Н. Анохин, В.А. Острейковский. – М.: Энергоатомиздат, 2001. – 183 с.
2. Miyawaki Y., *Decoding the Mind's Eye — Visual Image Reconstruction from Human Brain Activity using a Combination of Multiscale Local Image Decoders*, *Neuron (Elsevier, Cell Press)* 60 (5) (December 2008). – P. 915-929,
3. Santhanam G., Ryu S.I., Yu B.M., Afshar A. and Shenoy K.V., *A high-performance brain-computer interface*, *Nature Letters*, Vol 442 (13 July 2006). – P. 195-198.
4. Vidal J., *Toward Direct Brain-Computer Communication*, in *Annual Review of Biophysics and Bioengineering*, L.J. Mullins, Ed., *Annual Reviews, Inc., Palo Alto*, Vol. 2, 1973. – P. 157-180.
5. , *Brain-Computer Interface Technology: A Review of the First International Meeting / J.R. Wolpaw and oth. // IEEE transactions on rehabilitation engineering*. – June 2000. – Vol. 8, no. 2. – P. 164-173.
6. Wolpaw J.R., McFarland D.J., Neat G.W., Forneris C.A., *An EEG-based brain-computer interface for cursor control*. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*. Vol 78(3), Mar 1991. – P. 252-259.
7. Айламазян А.К. Информационная и информационные системы / А.К. Айламазян. – М.: Радио и связь, 1982. – 160 с.
8. Анохин П.К. Проблема центра и периферии в современной физиологии нервной системы / П.К. Анохин // *Проблема центра и периферии в высшей нервной деятельности*. – Горький, 1935. – С. 9-70.
9. Астанин С.В. Проектирование интеллектуального интерфейса «человек-машина» / С.В. Астанин, Л.С. Бернштейн, В.Г. Захаревич. – Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского университета, 1990. – 224 с.
10. Ашерев А.Т. Эргономика информационных технологий / А.Т. Ашерев, С.А. Капленко, В.В. Чубук : Учеб. издание. – Х.: ХГЭУ, 2000. – 224 с.
11. Бехтерева Н.П. Мозговые коды психической деятельности / Н.П. Бехтерева, П.В. Будзен, Ю.Л. Гоголицын. – Л.: Наука, 1977. – 165 с.
12. Венда В.Ф. Инженерная психология и синтез систем отображения информации / В.Ф. Венда. – М.: Машиностроение, 1975. – 398 с.
13. Губинский А.И. Эргономическое проектирование судовых систем управления. / А.И. Губинский, В.Г. Евграфов. – Л.: Судостроение, 1977. – 224 с.
14. Евграфов В.Г. Психологические и эргономические основы проектирования систем управления качеством обучения / В.Г. Евграфов. – СПб: ВМИРЭ, 2004. – 202 с.
15. Евграфов В.Г. Особенности эргономического проектирования и экспертизы тренажерно-обучающих систем. СПб.: Питер, 2007. – 224 с.
16. Иваницкий А.М. Сознание и мозг / А.М. Иваницкий // *В мире науки*. – 2005. – № 11. – С. 3-11.
17. Метод разработки системы информационного обеспечения процессов оценки состояния объектов управления / М.А. Павленко, С.В. Полищук, С.И. Хмелевский, С.В. Кукобко // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – № 1(14). – Х.: ХУПС, 2014. – С. 161-166.
18. Метод сценарного проектирования систем информационного обеспечения для ситуационного анализа воздушной обстановки / М.Ю. Гусак, М.А. Павленко, В.Н. Руденко, Р.В. Сафронov // *Збірник наукових праць ХУПС*. – Вип. 3(40). – Х.: ХУПС, 2014. – С. 106-108.
19. Мунипов В.М. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды / В.М. Мунипов, В.П. Зинченко. – М.: Логос, 2001. – 356 с.
20. Савельев А.В. Онтологическое расширение теории функциональных систем / А.В. Савельев // *Журнал проблем эволюции открытых систем*, - Алматы, 2005, № 1(7). – С. 86-94.
21. Савельева-Новосёлова Н.А. Принципы офтальмонейрокибернетики / Н.А. Савельева-Новосёлова, А.В. Савельев // *Искусственный интеллект. Интеллектуальные системы*. – Донецк-Таганрог-Минск, 2009. – С. 117-120.
22. Серeda Г.К. Инженерная психология / Г.К. Серeda, Г.В. Бочаров, Г.В. Репкина. – К.: Вища школа, 1976. – 307 с.
23. Туровский Я.А. Разнообразие интерфейсов или как компьютеру понять человека [Электронный ресурс] / Ярослав Туровский // *Бюллетень Межрегиональной эргономической ассоциации № 44, февраль 2016*. – Режим доступа : <http://www.ergo-org.ru/newsletters.html>.
24. *Хрестоматия по инженерной психологии* / Под ред. Б.А. Душкова. – М.: Высшая школа, 1991. – 287 с.
25. Динамика спектров мощности и когерентности динамических компонентов ЭЭГ при решении вербальной творческой задачи преодоления стереотипа / Н.В. Шемякина // *Физиология человека*. – 2007. – Т. 33, № 5. – С. 14-21.

Надійшла до редколегії 7.06.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.І. Тимочко, Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків.

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ІНТЕРФЕЙСІВ ВЗАЄМОДІЇ  
В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

М.А. Павленко, С.В. Смельяков, В.М. Руденко, С.І. Хмелевський

У статті розглядаються перспективні напрямки розвитку засобів і інтерфейсів взаємодії операторів з автоматизованими системами управління спеціального призначення. Так само проводиться оцінка можливостей щодо підвищення оперативності та надійності роботи операторів при використанні нових засобів взаємодії. Визначено основні перспективні напрямки розробки систем інформаційного забезпечення діяльності операторів, побудовані на основі розглянутих засобів і інтерфейсів взаємодії оператора з автоматизованими системами спеціального управління.

**Ключові слова:** інтерфейс, оператор, АСУ, інформаційне забезпечення, інформаційну взаємодію, ергономіка.

## AREAS OF INTERFACE INTERACTION IN AUTOMATED CONTROL SYSTEMS SPECIAL

M.A. Pavlenko, S.V. Smyelyakov, V.M. Rudenko, S.I. Chmielewski

The article considers promising areas of interaction tools and interfaces operators of automated control systems for special purposes. Just evaluates opportunities to improve the efficiency and reliability of the operators using new means of interaction. The basic perspective directions of development of information support of operators constructed on the basis of the tools and interfaces, operator interaction with automated systems special management.

**Keywords:** interface, operator, ACS, information, information interaction, ergonomics.