

Экспериментальное эргономическое исследование выбора технических средств управления диалогом оператора с вычислительной техникой в корабельной АСУ

Представлены описание и результаты проведенных экспериментальных исследований рациональности применения различных компьютерных органов управления в практике разработки человека - машинного интерфейса автоматизированных рабочих мест операторов систем управления корабельными комплексами технических средств.

Ключевые слова: человек-машинный интерфейс, пульт, органы управления, эргономическая оценка, оператор, эксперимент.

V.P. Korobkin, A.V. Nefedovich

Experimental ergonomic investigation of selection of the technical means for managing the dialogue of the operator with computer technology in a shipboard automated control system (ACS)

The description and results of experimental studies of rationality of using various computer control tools for the practice of developing a human-machine interface intended for automated workstations of system control operators for shipboard technical complexes are presented in the work.

Keywords: human-machine interface, panel (board), control means, ergonomics estimation, operator, experiment.

Введение

Развитие вычислительной техники, средств отображения информации (СОИ) и органов управления (ОУ) создали условия для формирования новых человеко-машинных интерфейсов (ЧМИ)¹ корабельных автоматизированных систем управления (АСУ), непосредственно реализуемых в разработках автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов.

До внедрения на корабли цифровых АСУ интерфейс систем управления корабельными боевыми и техническими средствами (Б и ТС) строился в основном с использованием в качестве СОИ большого количества показывающих приборов, размещаемых постоянно на

пульте, и мнемосхем объектов и корабельных систем, а в качестве ОУ - кнопок, тумблеров, переключателей, задатчиков режимов и других устройств. На мнемосхемах изображались технологические схемы объектов, оживляемые различной засветкой изображений отдельных агрегатов и систем (работает, не работает, не исправен), сигналами отклонений параметров (аварийное, предупредительное). Пример компоновки лицевых панелей пульта СОИ и ОУ одной из таких систем управления представлен на рисунке 1.

Современные аппаратные разработки предлагают для использования в ЧМИ при построении пультов управления АСУ такие СОИ и ОУ как:

- видеомониторы (могут комплектоваться сенсорными экранами),
- малогабаритные панельные станции,
- унифицированные командные (сенсорные) панели,
- клавиатуры универсальные;
- клавиатуры функциональные;
- манипуляторы различного исполнения;
- кнопки, кнопки-табло, табло, переключатели, тумблеры;

¹ Человеко-машинный интерфейс – комплекс программных и технических средств, посредством которых оператором в АСУ осуществляется диалоговый режим выполнения функций (ГОСТ РВ 29.05.007) Диалоговый режим выполнения функций операторов – режим АСУ, при котором человек управляет решением задачи, изменяя ее условия и (или) порядок функционирования АСУ на основе оценки информации, представляемой ему техническими средствами АСУ (ГОСТ 34.003-90).



Рис.1. Компоновка лицевых панелей пульта управления с «железной» мнемосхемой

- задатчики режимов;
- показывающие приборы и др.

Это позволяет осуществлять действия управления и контроля различными способами. Например, включение какого-либо агрегата, открытие клапана, подключение того или иного режима управления можно осуществить таким образом:

- выбрать команду управления, подведя курсор к нужному изображению объекта или режима, после чего нажать кнопку исполнения;
- набрать код необходимой команды и подтвердить команду кнопкой исполнения;
- нажать адресную кнопку с последующим подтверждением команды; Перемещение курсора может осуществляться с помощью различных ОУ:

- клавиатуры универсальной и функциональной;
- манипулятора шарового, джойстика типа МП1, VP2500 и др.; -сенсорных средств.

Аналитически обосновать выбор оптимального ОУ для надежной работы оператора не представляется возможным. Наиболее достоверным методом обоснования выбора является экспериментальный, который и был применен для разработки ЧМИ пульта управления.

Цель исследования

Обосновать выбор и размещение на панели

²ГОСТ РВ 29.08.002. ССЭТО. Показатели качества деятельности операторов. Номенклатура и порядок выбора.

пульта управления техническими средствами корабельного из двух ОУ: джойстик типа МП1, либо манипулятор типа VP2500.

Описание эксперимента

Для экспериментальной оценки использован тренажер реальной системы управления, на одном из пультовых модулей которого был установлен манипулятор VP2500, на другом на его месте - джойстик МП1 (рис.2а,б). Общий вид панелей пульта управления типового автоматизированного рабочего места оператора в корабельных системах управления ТС представлен на (рис.3). В типовом модуле пультового прибора, поставляемого в настоящее время на корабль, основным техническим средством управления диалогом является VP2500.

Замена одного ОУ на другой требует технических и материальных затрат, в основе которых должны лежать соответствующие эргономические обоснования.

Проведение эксперимента потребовало установления и описания состава задач, алгоритмы решения которых выполнялись операторами с помощью каждого из двух ОУ. Была сформирована программа и методика эргономической оценки действий оператора (табл.1). Оценка деятельности специалиста при выполнении действий в алгоритмах управления базировалась на сведениях справочника [1] и в целом на ГОСТ РВ 29.08.002.

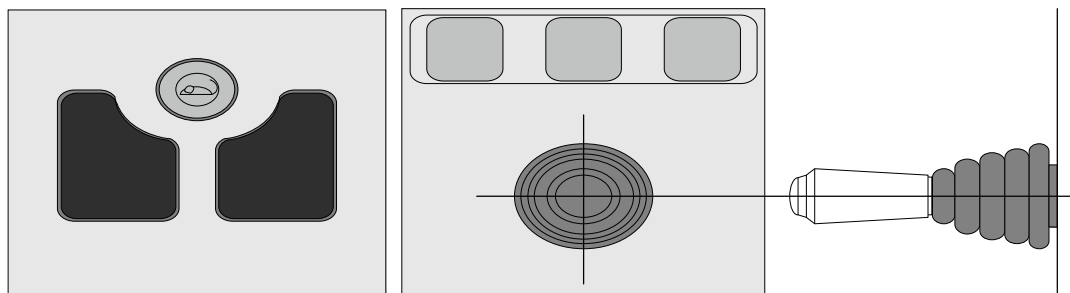


Рис. 2 Органы управления человеко-машинного интерфейса 2 а – манипулятор типа VP2500; 2 б – манипулятор типа MP1



Рис.3 Общий вид панелей пульта управления с манипулятором типа VP2500

Таблица 1. Программа и методика эргономической оценки действий оператора

№ п/п	Проверяемая эргономическая характеристика	Оцениваемый показатель	Методика оценки
1	Проверка работоспособности VP2500 и MP1	Выполнение функций перемещения курсора как экранного средства	С помощью VP2500 и MP1 осуществить произвольные перемещения с позиционированием курсора в любой точке экрана монитора. Перемещение курсора должно быть плавным во всех направлениях. Курсор не должен выходить за границы видеокадра. Оценка осуществляется визуально.
2	Наличие возможности регулировки чувствительности движения курсора в зависимости от решаемой задачи и навыков пользователя с применением VP2500 и MP1	Предоставление возможности регулировки коэффициента усиления по обеспечению быстрых, больших перемещений с требуемой точностью	Проверить возможность изменения коэффициента усиления в зависимости от решаемой задачи (быстрые перемещения на максимальное расстояние, попиксельное перемещение курсора при точной установке) при использовании VP2500 и MP1 (по документации устройств)

Продолжение таблицы 1

3	Соответствие перемещения курсора направлениям отклонений приводных элементов манипуляторов VP2500 и MP1	Топологическое соответствие перемещения курсора действиям оператора	Проверить выполнение требования при использовании VP2500 и MP1: перемещение приводного элемента (кнопка «мышь» или рукоятки) в любом направлении должно вызывать пропорциональное перемещение курсора на экране дисплея в том же направлении.
4	Форма и размеры рукоятки манипулятора MP1 в зависимости от способа захвата.	Удобство работы оператора с использованием MP1 при захвате пальцами	Проверить форму и размеры рукоятки манипулятора MP1 для захвата пальцами в соответствии с допустимыми нормативными требованиями: - округлая или удлиненная; - диаметр рукоятки MP1 от 10-30 мм; - высота рукоятки от 30 до 90 мм. Измерения производятся с помощью штангенциркуля.
5.	Точность и быстродействие при выполнении типовой операции управления с помощью VP2500 и MP1	Зрительно-моторная координация движения пальцев при воздействии на органы управления	Удобство работы с использованием манипулятора оценивается последовательно выполняя типовые действия: а) VP2500 - нажатие на кнопку «мышь» указательным пальцем, - перемещения курсора до цели (дистанция и размер цели определяются экспертами), - нажатие кнопки «исполнение». Определяется затраченное время с помощью секундомера. Точность оценивается по пятибалльной шкале. б) MP 1 - перемещения курсора до выбранной цели путем отклонения рукоятки MP1 при захвате пальцами, - нажатие на кнопку «исполнение» на ручке манипулятора. Затраченное время определяется с помощью секундомера. Точность оценивается по пятибалльной шкале.
6	Прикладываемые усилия к манипуляторам VP2500 и MP1	Величина прикладываемых усилий при использовании VP2500 и MP1.	Величина прикладываемых усилий VP2500 и MP1 не должна превышать нормативных значений в Н или кгс (1Н= 0,102 кгс): - к приводному элементу VP2500 от 1 до 5 Н - к приводному элементу MP1 от 1 до 5 Н (при захвате пальцами); - кнопки ввода команд 2 - 8 Н Измерение прикладываемых усилий производится электронным динамометром «Vogel» (Германия) и специальных приспособлений, обеспечивающих приложение усилий по направлению их действия.
7	Отклонение рукоятки манипулятора MP1	Удобство использования манипулятора MP1	Проверить угол отклонения рукоятки манипулятора MP1, который должен составлять не более 45°. Измерение выполняется с помощью угломера.
8	Безопасность использования манипуляторов	Наличие средств (мер) безопасности использования	Проверить наличие средств (мер), обеспечивающих предотвращение самопроизвольного включения (отключения); исключения возможных ошибочных действий манипуляторами при эксплуатации и устранении неисправностей.

Продолжение таблицы 1

9	Выбор типа манипулятора в зависимости от назначения системы управления:	Удобство работы операторов с использованием манипуляторов VP2500 и MP1 в зависимости от назначения системы управления	Оценка применимости типа манипулятора выполняется с учетом: - решаемых оператором задач, - последовательности действий и частоты использования ОУ, - требуемых усилий для перемещения, - требуемого быстродействия, - точности установки курсора при заданном быстродействии.
10	Проверка точности и быстродействия работы оператора с использованием VP2500 и MP1 при выполнении алгоритмов управления в режимах работы ТС по прямому назначению	Время выполнения алгоритма и безошибочность работы оператора при выполнении режимов: а) пожаротушение, б) погружение и всплытие, в) вентиляция и кондиционирование г) охлаждение.	Прямое измерение

Результаты эксперимента

Экспериментальная оценка работы оператора за пультом управления с использованием ОУ типа **VP 2500** и **MP1** показала следующие результаты:

- плавность перемещения курсора, его позиционирование в любой точке экрана достигается как для VP 2500, так и для MP1;
- имеется возможность регулировки чувствительности движения курсора при использовании обеих ОУ;
- перемещение курсора соответствует направлениям отклонений приводных элементов манипуляторов;
- форма и размеры рукоятки манипулятора MP1 при захвате пальцами удобна для работы: диаметр рукоятки – 21,6 мм (при норме 10-30 мм) высота рукоятки – 43 мм (при норме 30-90 мм) - быстродействие при выполнении типовой операции: для VP 2500 – 4,1 с до 6,6 с (для различных операторов) для MP1 – от 4,9 с до 8,0 с (для различных операторов);
- прикладываемые усилия к манипуляторам: приводной элемент MP1 (рукоятка) – 2,0 Н (норма 1-5 Н) приводной элемент VP 2500 (кнопка «мышь») – 1,7 Н (норма 1-5 Н) кнопка подачи команд VP 2500 (левая) – 2,6 Н (норма 2-8 Н) кнопка подачи команд MP1 (наверху

- рукоятки) – 3,1 Н (норма 2-8 Н)
- отклонение рукоятки манипулятора MP1 – 40° (норма не более 45°)
- быстродействие (при выполнении режимов п.10 табл.1) – лучше с манипулятором VP 2500.

Заключение

Эксперимент показал, что применяемый в настоящее время в составе человеко-машинного интерфейса пульта управления техническими средствами корабля манипулятор типа VP2500 практически полностью удовлетворяет эргономическим требованиям к техническим средствам управления диалогом оператора с вычислительной техникой АСУ ТС и обеспечивает выполнение оператором алгоритмов управления с необходимым качеством решения задач. Замена его в интерфейсе на манипулятор типа MP1 не принесет эргономического эффекта и вызовет лишь дополнительные расходы на переоборудование пультов для данного корабля. Необходимо также учесть, что в перспективных АСУ ТС данные манипуляторы предполагается заменить на более эргономичные и удобные «шаровые» (70 мм), прошедшие соответствующие испытания (эргономическую экспертизу).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анохин А.Н. Компьютеризованные пульта управления АЭС: проблемы и перспективы [Текст] / А.Н. Анохин // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. – 2007. – №3(40). – С.18-23.
2. Зараковский Г.М. Проектирование функциональной структуры деятельности человека в дизайне и эргономике [Текст] / Г.М. Зараковский // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. – 2008. – №2(44). – С.15-21.
3. Нефедович А.В. Дизайн-проект служебного помещения как актуальная разработка в системе эргономического обеспечения проектирования перспективного корабля [Текст] / А.В. Нефедович, Ю.Л. Ходьков // Судостроение. – 2014. - №6(817). – С.17-20.
4. Нефедович А.В. Формирование компетенций по военной эргономике у выпускников военно-морской академии [Текст] / А.В. Нефедович // Военная мысль. – 2016. - №7. – С.67-72.
5. Чунтул А.В. Эргономическое обеспечение разработки современных и перспективных систем «экипаж-вертолет-среда» [Текст] / А.В. Чунтул // Эргодизайн. – №4 (06). – С. 147–155. - doi:10.30987/2619-1512-2019-2019-4-147-155.
6. Chuntul A.V. Spatial orientation of pilot using a cockpit exterior surveillance system [Текст] / A.V. Chuntul, V.V. Lapa, V.V. Davidov // Human psychology. – 2015. - vol 41. - №7. - P. 728-731.

REFERENCES

1. Anokhin A. N. Computerized control panels of NPP: problems and prospects [Text] / A. N. Anokhin // Human factor: problems of psychology and ergonomics. – 2007. – №3(40). – P. 18-23.
2. Zarakovsky G. M. Projecting the functional structure of human activity in medicine and ergonomics [Text] / G. M. Zarakovsky // Human factor: problems of psychology and ergonomics. – 2008. – №2(44). – P. 15-21.
3. Nefedovich A.V. Design-project of office premises as an actual development in the system of ergonomic support for the design of a promising ship [Text] / A.V. Nefedovich, Yu. L. Khodkov // Shipbuilding. – 2014. - №6(817). – P. 17-20.
4. Nefedovich A.V. Formation of competencies in military ergonomics for graduates of the naval Academy [Text] / A.V. Nefedovich // Military thought. – 2016. - no. 7. - P. 67-72.
5. Chuntul A. V. Ergonomic support for the development of current and future systems "crew-helicopter-environment" [Text] / A. V. Chuntul // Ergodesign. - No. 4 (06). - P. 147-155. - doi: 10.30987/2619-1512-2019-2019-4-147-155.
6. Chuntul A.V. Spatial orientation of pilot using a cockpit exterior surveillance system [Text] / A.V. Chuntul, V. V. Lapa, V. V. Davidov // Human psychology. - 2015. - vol 41. - no. 7. - P. 728-731.

Ссылка для цитирования:

Коробкин, В.П. Экспериментальное эргономическое исследование выбора технических средств управления диалогом оператора с вычислительной техникой в корабельной асу / В.П.Коробкин, А.В. Нефедович // Эргодизайн. – 2020. - №2 (08). – С.93-98. DOI: 10.30987/2658-4026-2020-2-93-98.

Сведения об авторах:

Коробкин Владислав Павлович

студент

Санкт-Петербургского государственного университета

тел. (8 921) 372-98-91

E-mail: VPKorobkin@mail.ru

ORCID

Нефедович Александр Валерианович

д-р техн. наук, с.н.с.

НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ

тел. (8 921) 591-77-97

E-mail: avnk8@mail.ru

ORCID

Abstracts:

V.P. Korobkin

student

Saint Petersburg state University

tel. (8 921) 372-98-91

E-mail: VPKorobkin@mail.ru

ORCID

A.V. Nefedovich

Dr. tech. Sciences, senior researcher

research Institute of shipbuilding and naval weapons

tel. (8 921) 591-77-97

E-mail: avnk8@mail.ru

ORCID

Статья поступила в редколлегия 23.03.2020 г.

Рецензент:

д.пс.н., профессор

Брянского государственного технического университета

главный редактор журнала «Эргодизайн»

Спасенников В.В.

Принята к публикации 03.04.2020 г.