

Межрегиональная общественная организация «Эргономическая ассоциация»

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт психологии Российской академии наук»

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Петербургский энергетический институт повышения квалификации»

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)»

Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина»

Акционерное общество «Московский вертолетный завод имени М. Л. Миля»



Труды Второй международной научно-практической конференции «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» Санкт-Петербург, 6–9 июля 2016 г.

Ответственные редакторы

А. Н. Анохин, П. И. Падерно, С. Ф. Сергеев

Санкт-Петербург

2016

УДК 333.101:007:78

ББК 30.17

Т 78

- Т 78 Труды Второй Международной научно-практической конференции «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» (Эрго-2016) (Санкт-Петербург, Россия, 6–9 июля 2016) / Под ред. А. Н. Анохина, П. И. Падерно, С. Ф. Сергеева. – СПб.: Межрегиональная эргономическая ассоциация, ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», Северная звезда, 2016. – 536 с.

В сборник включены тексты докладов, представленных на Вторую Международную конференцию «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» (Эрго-2016). Материалы содержат актуальные методологические, теоретические и прикладные проблемы дисциплин человеческого фактора.

Proceedings include the papers presented at the Second International conference “Human factors in complex technological systems and environments” (Ergo-2014). The materials concern of relevant methodological, theoretical and applied problems of human factor related subjects.

© Межрегиональная эргономическая ассоциация, 2016

© ФГАОУ ДПО «ПЭИПК», 2016

© Авторы, 2016

© ООО «Северная звезда», оформление, 2016

ISBN 978-5-905042-39-3

10. Евдокименков В.Н., Корсун О.Н., Ким Р.В., Якименко В.А., Набатчиков А.М., Бурлак Е.А. Индивидуально-адаптированная модель управляющих действий на основе нейронной сети // Тезисы докладов Второй всероссийской научно-технической конференции «Навигация, наведение и управление летательными аппаратами». – М.: ООО «Научтехлитиздат», 2015. – С. 156–158.
 11. Евдокименков В.Н., Ким Р.В., Красильщиков М.Н., Себряков Г.Г. Использование нейросетевой модели управляющих действий летчика в интересах его индивидуально-адаптированной поддержки // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2015. – № 4. – С. 111–123.
 12. Себряков Г.Г. Проблемы проектирования полуавтоматических систем наведения летательных аппаратов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2007. – № 10. – С. 2–7.
-
-

УДК 331.101.1:004.946

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ВЫРАБОТКИ УПРАВЛЯЮЩИХ КОМАНД ЧЕЛОВЕКОМ- ОПЕРАТОРОМ ПРИ МНОГОМЕРНОМ СЛЕЖЕНИИ

Г.Г. Себряков, Е.А. Бурлак, А.М. Набатчиков

Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем, Москва, Россия

Ключевые слова: эргономика, принятие решения, супервизорное управление, человек-оператор, виртуальная реальность, трехмерное слежение, анаглиф

Аннотация: в статье рассматриваются особенности принятия решений человеком-оператором при выборе стратегии управления при слежении в многомерном пространстве. Представлено описание стенда и методики экспериментов. Показаны результаты исследования алгоритмов выработки управляющих команд для различных операторов.

В человеко-машинных системах управления значительную роль играет супервизорное управление [1], при котором основой деятельности оператора является принятие решения. Данное управление используется, например, в различных комплексах моделирования, с визуализацией виртуальных сцен, используемых для обучения, тренажа и ситуационного анализа [2]. Выбор стратегии управления является при этом важным фактором, определяющим человеко-машинное взаимодействие [3]. Настоящее исследование проводится в рамках изучения алгоритмов выработки управляющих команд при слежении по трем координатам в трехмерном виртуальном пространстве.

Эксперименты проводились на разработанном авторами аппаратно-программном комплексе для проведения исследований по изучению работы человека-оператора в системах слежения [4]. Оператор, посредством так называемого HOTAS: *Hands on Throttle and Stick* – комплект органов управления: имитаторы РУС и РУД, то есть ручки управления самолетом и ручки управления двигателем (рис. 1), управлял положением прицельной метки в виртуальной трехмерной сцене (рис. 2).

Так как посредством типового компьютерного монитора оператору можно визуализировать лишь проекцию сцены на картинную плоскость, дополнительную информацию о глубине испытываемый получал при помощи технологии стереозрения, основанной

на анаглифном принципе. Управляющая программа комплекса рассчитывала изображение для левого и правого глаза, после чего смешивала их на экране монитора, внося в цветовую составляющую искажения, имитирующие цветовой фильтр. Полученная стереопара воспринималась оператором при помощи очков с красным и циановым светофильтрами (рис. 3). Так как сформированные части изображения обладают параллаксом, испытуемый ощущает дополнительный эффект глубины в процессе работы. Данное техническое решение оправдано условиями эксперимента: в виртуальной сцене практически отсутствует цветовое кодирование, а сам эксперимент длится незначительное время (не более 13 с). Указанные обстоятельства позволяют использовать цвет для формирования у оператора чувства глубины сцены, при этом избегая дискомфорта, вызванного длительной работой в анаглифических очках.



Рис. 1. Органы управления

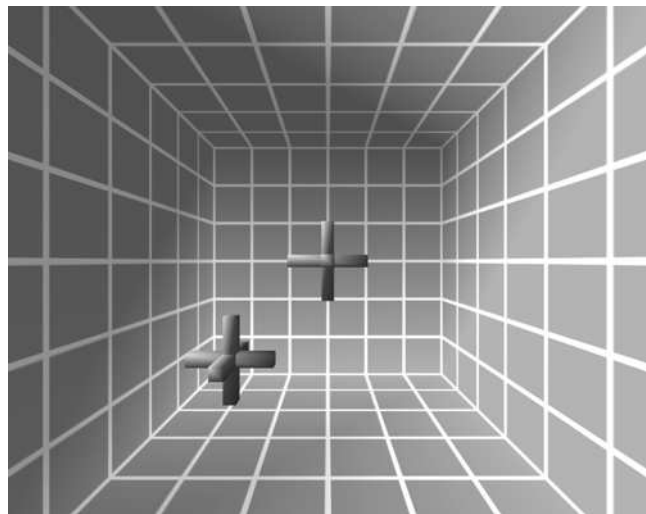


Рис. 2. Вид виртуальной трехмерной сцены

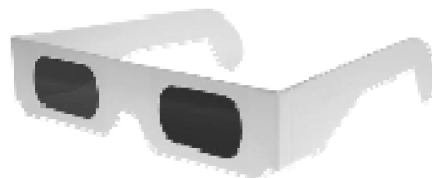


Рис. 3. Анаглифические очки со светофильтрами

Виртуальная сцена представляет собой куб с нанесенной текстурой сетки. Наблюдатель находится внутри куба у одной из его граней, просматривая практически полностью внутреннюю поверхность куба за исключением грани, расположенной «за спиной». В центре куба находится неподвижная цель. Прицельная метка перемещается в картинной плоскости при помощи джойстика с двумя степенями свободы (при отсутствии воздействия, ручка возвращается в исходно положение), позиция по глубине задается положением рычага (удерживающего последнее положение). Позиция цели определяется как

$$x = (D_x + J_x) \times R$$

$$y = (D_y + J_y) \times R$$

$$z = (D_z + J_z) \times R$$

где R – половина расстояния, доступного для перемещения по выбранной оси (иными словами, масштабный коэффициент виртуальной сцены), J – сигнал канала управления, соответствующего данной оси, изменяющийся в пределах $[-1; 1]$, в начальный момент

времени равен 0, D – аддитивная помеха, образующая изначальное рассогласование цели и прицельной метки.

Величина D определяется следующим образом:

$$D = M_{\text{rnd}}$$

где M – массив допустимых значений, rnd – псевдослучайное целое число (используется равномерное распределение), принимающее значение $[1; N]$, N – количество элементов в массиве M .

В рассматриваемых экспериментах массив M равен $[-0,25; 0,25]$.

Величины D_x , D_y , D_z не коррелируют. Таким образом, существует $K=N^3$ возможных начальных условий. При данном M количество различных начальных условий $K=2^3=8$.

Видимая оператором виртуальная сцена (куб) составляет $2 \times R$ условных единиц измерения виртуального мира в глубину, высоту и ширину. Величина R равняется 2,25 единиц виртуального мира. Размеры цели и прицела – $1 \times 1 \times 1$ единиц виртуального мира. Ось абсцисс направлена горизонтально слева направо, ось ординат имеет вертикальную ориентацию и возрастает снизу-вверх, ось аппликат характеризует глубину, увеличиваясь в направлении «от наблюдателя».

Задача оператора, используя выбранную им стратегию, совместить цель и прицельную метку, после чего нажать на гашетку, останавливая этим эксперимент.

В эксперименте принимали участие два оператора в возрасте 28 лет, имеющие разный опыт работы с динамическими объектами. Каждый испытуемый выполнил 25 реализаций. Примеры типовых реализаций представлены на рис. 4, 5.

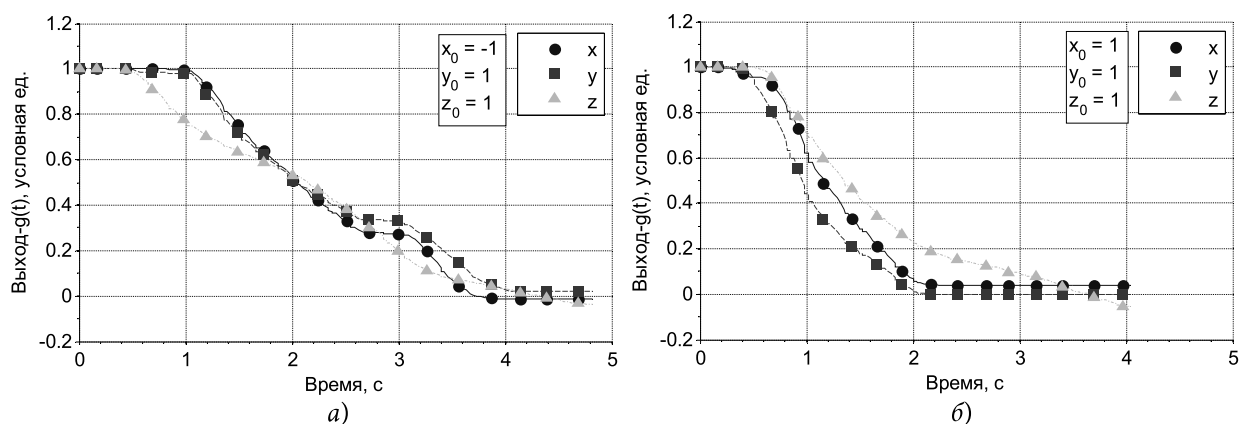


Рис. 4. Типичные реализации первого опытного оператора

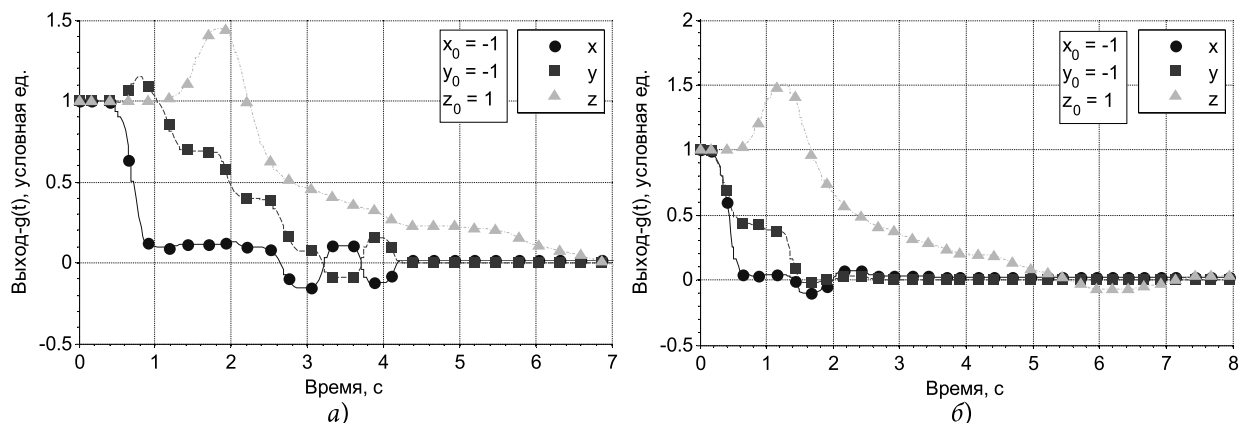


Рис. 5. Типичные реализации второго неопытного оператора

Исходя из анализа полученных экспериментальных результатов, можно сделать следующие выводы:

- 1) У опытного оператора преобладает стратегия управления сразу по трем координатам (рис. 4).
- 2) У опытного оператора в ходе совмещения прицельной мети и цели рассогласование по разным осям уменьшается практически с одинаковой скоростью. У менее опытного оператора скорости существенно отличаются (рис. 5).
- 3) В большинстве случаев неопытный оператор почти полностью совмещал прицельную метку с целью по двум осям, устраняя рассогласование по третьей оси на заключительном этапе (рис. 5).
- 4) Если оператор использовал приведение по двум осям одновременно, то выбирал горизонтальную и вертикальную оси, оставляя рассогласование по глубине на заключительный этап совмещения прицельной метки и цели (рис. 4, 5).
- 5) Совмещение по глубине, как правило, сопряжено с перерегулированием и большими, чем по другим осям ошибками (рис. 5).
- 6) Для неопытного оператора характерно «ступенчатое сближение»: рассогласование изменяется дискретно. На траектории движения прицельной метки можно выделить участки времени, в которые оператор анализирует внесённые им изменения в положение управляемого объекта и принимает решение о величине и направлении дальнейшего воздействия.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект 15-08-06767-а.

Список литературы

1. Себряков Г.Г. Характеристики деятельности человека-оператора в динамических системах слежения и наведения летательных аппаратов // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2007. – № 11. – С. 2–9.
2. Себряков Г.Г., Татарников И.Б., Тюфлин Ю.С., Скрябин С.В., Тарновский А.В. Принципы создания универсальных систем визуализации комплексов моделирования для задач обнаружения, ситуационного анализа и тренажа // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2006. – № 3 (21). – С. 48–50.
3. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. – М.: Наука, 1978.
4. Бурлак Е.А., Набатчиков А.М. Полунатурный исследовательский стенд для оценивания характеристик деятельности человека-оператора при управлении дистанционно-пилотируемым летательным аппаратом // Труды МАИ. – 2013. – Вып. 68. URL: <http://mai.ru/science/trudy/published.php?ID=41725>

Труды Второй международной научно-практической конференции «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» (Эрго-2016) (Санкт-Петербург, Россия, 6–9 июля 2016)

Ответственный за выпуск Л. Н. Горюнова
Дизайн обложки, макет и верстка А. Н. Анохин

Подписано в печать 10.06.2016.
Формат 60×90 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Minion. Объем 67 печ. л. Тираж 100 экз.

Межрегиональная общественная организация «Эргономическая ассоциация»
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение до-
полнительного профессионального образования «Петербургский энергетиче-
ский институт повышения квалификации»
Общество с ограниченной ответственностью «Северная звезда»

Отпечатано в типографии «Северная звезда»
196128, г. Санкт-Петербург, ул. Варшавская, д. 23, корп. 1