

Труды МАИ. 2024. № 140
Trudy MAI. 2024. No. 140. (In Russ.)

Научная статья

УДК 623.618:355.424.4

URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=184073>

EDN: <https://www.elibrary.ru/QCNTTY>

МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ ВИЗУАЛЬНО-ДИАЛОГОВОГО ИНТЕРФЕЙСА СРЕДСТВА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Виктор Иванович Рябев

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,

Воронеж, Российская Федерация

ryabev@list.ru

Аннотация. С каждым годом увеличивается уровень автоматизации процессов управления в военной сфере, что подчеркивает важность человеческого фактора. Эффективное информационное взаимодействие между лицами боевого расчета и комплексом средств автоматизации становится ключевым аспектом, требующим учета психофизиологических особенностей операторов. В этом контексте исследование человеко-машинного взаимодействия, а также средств отображения информации приобретает особую актуальность. Современные технологии визуализации, включая голографические трехмерные экраны, открывают новые горизонты для отображения объектово-координатной, картографической и пространственной информации на средствах отображения информации

автоматизированных систем управления. Эта технология не только визуализирует данные, но и делает это интерактивно, что значительно улучшает восприятие и анализ информации для лиц боевого расчета органа управления. В статье рассмотрен вариант применения визуально-диалогового интерфейса средства отображения информации автоматизированной системы с целью сокращения рабочего времени лиц боевого расчета органа управления. Также в данной статье рассматривается возможность использования, разработанной методики, в процессе совершенствования существующих или при разработке новых (перспективных) средств отображения информации комплексов средств автоматизации Воздушно-космических сил.

Ключевые слова: средство отображения информации, автоматизированная система управления, оперативность автоматизированной системы управления, рабочее время боевого расчета, информационная модель отображения, графический интерфейс, диалоговый интерфейс

Для цитирования: Рябев В.И. Методика применения визуально-диалогового интерфейса средства отображения информации автоматизированной системы управления // Труды МАИ. 2025. № 140. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=184073>

Original article

**METHODOLOGY OF APPLICATION OF VISUAL-DIALOG
INTERFACE OF INFORMATION DISPLAY MEANS OF AUTOMATED
CONTROL SYSTEM**

Victor I. Ryabev

Air force academy named after professor N.E. Zhukovskii and Y.A. Gagarin,

Voronezh, Russian Federation

ryabev@list.ru

Abstract. The level of automation of control processes in the military sphere is increasing every year, which underlines the importance of the human factor. Effective information interaction between the personnel of the combat crew and the complex of automation tools is becoming a key aspect that requires taking into account the psychophysiological characteristics of operators. In this context, the study of human-machine interaction, as well as information display media, is becoming particularly relevant. An analysis of the work in this area shows that increased efficiency is possible by improving human-machine interaction – the interface. An analysis of the tools used to display information in the interests of the combat crew of the control body showed that each of them has a number of disadvantages, such as the accumulation of different types of information, dependence on viewing angle, poor interface visibility, limited graphics capabilities, blurred images in different resolutions, low color coverage and color accuracy, low speed of change images, vulnerability, sensitivity to physical impact, high energy consumption, high cost of purchase and repair. An analysis of the requirements for advanced information display tools has shown that the existing devices included in automated military control systems do not fully comply with them and require further development and modernization. Modern visualization technologies, including holographic three-dimensional screens, open up new horizons for displaying object-coordinate, cartographic and spatial information on

information display media of automated control systems. This technology not only visualizes data, but also does it interactively, which significantly improves the perception and analysis of information for the personnel of the combat crew of the control body. The article considers a variant of using the visual-dialog interface of an automated system information display tool in order to reduce the working time of the personnel of the combat crew of the control body. This article also discusses the possibility of using the developed methodology in the process of improving existing or developing new (promising) information display systems for automation of the Aerospace Forces.

Keywords: information display device, automated control system, automated control system efficiency, combat crew working time, information display model, graphical interface, dialog interface

For citation: Ryabev V.I. Methodology for using the visual-dialogue interface of the information display tool of the automated control system. *Trudy MAI*. 2025. No. 140. (In Russ.). URL: <https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=184073>

Введение

Современные военные действия требуют от личного состава мгновенной оценки ситуации и быстрого принятия решений, что ставит перед боевыми расчетами органов управления задачу принимать решения в режиме реального времени. В условиях динамично меняющейся обстановки критически важно сокращение времени, затрачиваемого на выполнение задач, без ухудшения качества управления. Это можно достичь за счет уменьшения времени обработки информации, улучшения эргономики рабочих мест для членов боевого расчета и оптимизации взаимодействия

с интерфейсами автоматизированных систем военного назначения [1 - 4].

Вместе с тем, сокращение рабочего времени лиц боевого расчета органа управления (ЛБР ОУ), временных затрат боевого расчета органа управления при решении задач в процессе управления, возможно за счет снижения времени обработки информации, совершенствования эргономических условий рабочего места ЛБР ОУ, уменьшения времени взаимодействия лиц боевого расчета с интерфейсом автоматизированного рабочего места комплекса средств автоматизации (КСА) [5, 6].

Быстрое развитие компьютерных технологий, методов и моделей управления способствует дальнейшему распространению автоматизированных систем управления (АСУ) в военной сфере. Повышение уровня автоматизации процессов управления приводит к возрастанию роли человеческого фактора в современных системах управления. В этих условиях одной из основных проблем становится организация эффективного информационного взаимодействия лиц боевого расчета и АСУ, которое нельзя обеспечить без учета психофизиологических особенностей человека-оператора, что является объектом изучения инженерной психологии. В настоящее время особую актуальность приобретает человеко-машинное взаимодействие. В решении этой проблемы важное место отводится средствам и системам отображения информации (СОИ) [7].

Постановка задачи

Анализ требований, предъявляемых к перспективным СОИ, показал, что существующие устройства, входящие в состав АСУ военного назначения соответствуют им не в полном объеме и требуют доработки и модернизации [3, 8, 9]. Несмотря на большое разнообразие технологий создания устройств отображения

информации, в ближайшем будущем будут преобладать технологии, позволяющие совместить желание видеть информацию на максимально большой диагонали экрана с миниатюризацией и растущей мобильностью дисплейных устройств, а так же технологии с максимальной реализации бинокулярных возможностей зрения человека, которые обеспечивают ему объемное представление окружающего мира. По этим причинам именно голографическое трехмерное средство отображения выбрано для использования в разрабатываемой методике.

Анализ работ в данном направлении показывает, что повышение оперативности возможно за счет совершенствования человеко-машинного взаимодействия – интерфейса [10-13]. Анализ средств, используемых для отображения информации в интересах боевого расчета органа управления показал, что у каждого из них имеется ряд недостатков, таких как нагромождение различных видов информации, зависимость от угла обзора, плохая наглядность интерфейса, ограниченные возможности графики, нечеткость изображения в разных разрешениях, малый цветовой охват и точность цветопередачи, низкая скорость смены изображения, уязвимость, чувствительность к физическому воздействию, высокая энергозатратность, высокая стоимость покупки и ремонта. Это делает актуальным разработку визуально-диалогового интерфейса средств отображения информации АСУ ВКС, основанного на трехмерной голографической визуализации данных, позволяющего повысить оперативность принятия решений лицами боевого расчета органа управления.

Цель работы – разработка методики применения визуально-диалогового интерфейса средства отображения информации автоматизированной системы с

целью сокращения рабочего времени лиц боевого расчета органа управления.

Методика применения визуально-диалогового интерфейса средства отображения информации автоматизированной системы управления

Методика применения визуально-диалогового интерфейса средства отображения информации автоматизированной системы управления включает в себя пять основных этапов.

Этап 1. Получение данных об объекте через средства приема-передачи данных от различных источников информации, включающих максимальное число параметров для воздушных, наземных, надводных, подводных объектов, необходимых ЛБР для принятия решения.

На этом этапе важно отметить что в качестве источника информации выступает не только РЛС различного типа, но и бортовые комплексы разведки летательных аппаратов, комплексы видеоразведки БПЛА и пехоты, самолет радиолокационного дозора и наблюдения (СРЛДН), средства разведки параметров окружающей среды, средства пеленгации радиоизлучения, топопривязчики, сигналы от систем навигации (GPS, Глонасс) [10, 14, 15]

Модель объекта, отображаемого на трехмерном СОИ можно представить в виде кортежа [8]:

$$M_o = \langle \varphi, \lambda, h, r, \phi, \theta, N, L, H, b, \sigma, S, C_L, C_D, \alpha, m, v, a \rangle, \quad (1)$$

где: φ - широта точки нахождения объекта, λ - долгота точки нахождения объекта, h - высота над уровнем моря, r - расстояние от начала координат, ϕ - угол наклона (высота), θ - азимут (угол по горизонтали), N -направление движения, L -

длина b - размах крыльев, σ - эффективная отражающая поверхность (ЭОП), H - высота (габариты), S - площадь крыла, C_L - коэффициент подъемной силы, C_D - коэффициент сопротивления, α - угол атаки, m - масса, v - скорость, a - ускорение.

Соответственно модель воздушной цели будет включать все параметры и выглядеть следующим образом:

$$M_{вц} = \langle \varphi, \lambda, h, r, \phi, \theta, N, L, H, b, \sigma, S, C_L, C_D, \alpha, m, v, a \rangle \quad (2)$$

Модель наземной цели будет отличаться от предыдущей модели воздушной цели отсутствием координат в полярной системе координат где работают РЛС и ПРВ, а также параметров, описывающих полет:

$$M_{нц} = \langle \varphi, \lambda, h, N, L, H, \sigma, m, v, a \rangle \quad (3)$$

Модель надводной цели будет отличаться от предыдущей модели наземной цели отсутствием высоты над уровнем моря:

$$M_{нвц} = \langle \phi, \lambda, N, L, H, \sigma, m, v, a \rangle \quad (4)$$

Модель подводной цели очень похожа на модель воздушного объекта, при этом высота над уровнем моря будет отрицательной и на движение объекта будут действовать законы подводного плавания:

$$M_{пвц} = \langle \varphi, \lambda, h, N, L, H, b, \sigma, S, C_L, C_D, \alpha, m, v, a \rangle \quad (5)$$

Этап 2. В вычислительном комплексе происходит преобразование полученной информации об объекте в единую цифровую форму и комплексирование объектово-координатной информации для удобства ее считывания.

Преобразование координат для различных целей (воздушных, наземных, надводных и подводных) может варьироваться в зависимости от системы координат и используемых технологий.

Для каждого типа целей существует своя специфика обнаружения в пространстве. Воздушные цели обычно работают в воздушном пространстве, поэтому важна высота Z и координаты X и Y . Координаты наземных целей могут быть представлены в плоской системе (например, UTM). Для обнаружения надводных целей используются аналогичные методы, как и для наземных, но необходимо учитывать уровень моря. Для подводных целей важна глубина Z , и используются специальные системы для определения положения под водой. Применяются различные технологии, такие как GPS для определения координат, инерциальные навигационные системы (INS) для более точного отслеживания, эхолоты и сонары для подводных объектов.

Для преобразования из географической широты и долготы в прямоугольную X , Y , Z можно использовать формулы, основанные на радиусе Земли.

$$X = R \cos \varphi \cos \lambda, \quad (6)$$

$$Y = R \cos \varphi \sin \lambda, \quad (7)$$

$$Z = R \sin \varphi, \quad (8)$$

где R — радиус Земли (примерно 6371 км), φ — широта, а λ — долгота.

Для перевода полярных координат различных радиолокационных станций (РЛС) и противовоздушных ракетных систем (ПРВ) в сферические координаты относительно общего пункта управления, необходимо учитывать несколько ключевых моментов [16]. Полярные координаты обычно представлены в виде

радиуса (r) и угла (θ). Сферические координаты добавляют третий параметр — угол φ (азимут). Необходимо установить координаты общего пункта управления (X_0, Y_0, Z_0) в декартовой системе. Тогда перевод координат для каждой РЛС или ПРВ с полярными координатами (r, θ, φ) будет выглядеть следующим образом:

$$X = X_0 + r \sin \varphi \cos \theta \quad (9)$$

$$Y = Y_0 + r \sin \varphi \sin \theta \quad (10)$$

$$Z = Z_0 + r \cos \varphi \quad (11)$$

Этап 3. Наложение потоков объектово-координатной информации на цифровую трехмерную картографическую основу в масштабе времени, близком к реальному, в том числе с использованием обученных нейронных сетей.

Этап 4. Отображение информационной модели на голографическом трехмерном экране (рисунок 1) с географической системой координат в виде трёхмерных оптических объектов, фиксированным объемом (в зависимости от масштаба) и изменением перспективы при одновременном взгляде с разных углов, при этом подстилающая поверхность отображается в виде трёхмерной карты местности, находящейся в базе данных вычислительного комплекса.

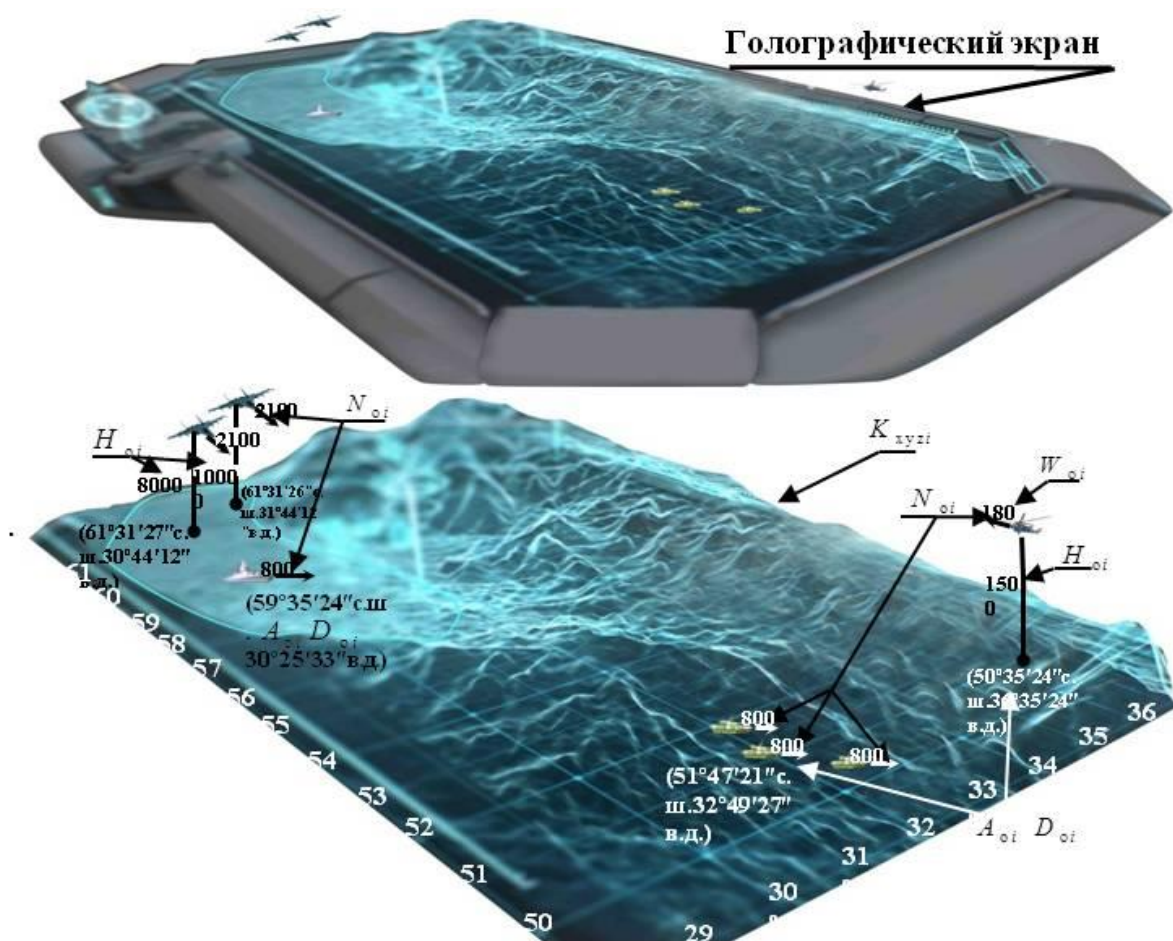


Рисунок 1 – Визуализация информационной модели голографического трехмерного средства отображения информации.

Цифровая трехмерная карта местности позволяет должностным лицам органов управления автоматизировать процесс нанесения и отображения оперативно-тактической обстановки на экранах автоматизированных рабочих мест.

Информация об объектах отображается на фоне цифровой трехмерной карты местности в виде трёхмерных оптических объектов, фиксированным объемом (в зависимости от масштаба) и изменением перспективы при одновременном взгляде с разных углов, при этом программные средства КСА обеспечивают по команде ЛБР селективную визуализацию объектов отображения как статической, так и

динамической информации.

Отметим, что под объектом отображения понимается совокупность графических и текстовых данных, имеющих самостоятельное смысловое значение. Объект отображения может быть простым (например, курсор, условное обозначение, пиктограмма и т.д.) или сложным (например, меню, диалоговое окно, изображение радиолокационного поля, трехмерных оптических объектов и т.д.).

Использование трехмерного голографического экрана позволяет улучшить такие параметры средства отображения информации, как разрешающая способность, угол обзора и восприятия глубины информации, что позволяет повысить эффективность средства отображения информации. Значит, рабочее время лиц боевого расчета сокращается за счет уменьшения времени взаимодействия лиц боевого расчета с визуально-диалоговым интерфейсом средства отображения информации комплекса средств автоматизации.

Этап 5. Осуществление цикла управления, во время которого лица боевого расчета вырабатывают управленческие решения [14, 17, 18].

Для интеллектуализации диалогового режима решения автоматизированных задач управления (АЗУ) в комплексе средств автоматизации на основе использования естественно-подобного языка, построена функциональная модель взаимодействия ЛБР ОУ и АРМ КСА, которая является искусственно созданной системой совершенно иной физической природы, нежели сам процесс общения, но такой, что в интересующем нас аспекте поведение модели достаточно полно описывает процесс общения. При этом необходима именно модель процесса общения, а не модель языка, так как, наличие модели языка исключает применение в диалоговой системе модели

окружающего мира, только в котором и возможно использование и понимание речи [19, 20] Модель процесса общения приведена на рисунке 2.

В рассматриваемой модели взаимодействия можно выделить следующие основные компоненты:

участники общения (АРМ КСА и ЛБР ОУ);

отображение информации как проблемная область, фрагмент которой обсуждают агенты;

коммуникативная среда, используемая агентами;

язык, являющийся продуктом общения в процессе диалога.

Кроме того, участники должны иметь определенные сведения друг о друге. В первую очередь, это сведения о целях, способностях (возможностях), системе понятий и структуре знаний. Следует отметить, что даже если знания одного участника общения полностью включают или превосходят знания другого, то это не значит, что один из участников общения не должен иметь сведений о модели другого, так как без этих знаний процесс общения станет невозможным, если участники общения будут использовать понятия, неизвестные друг другу.

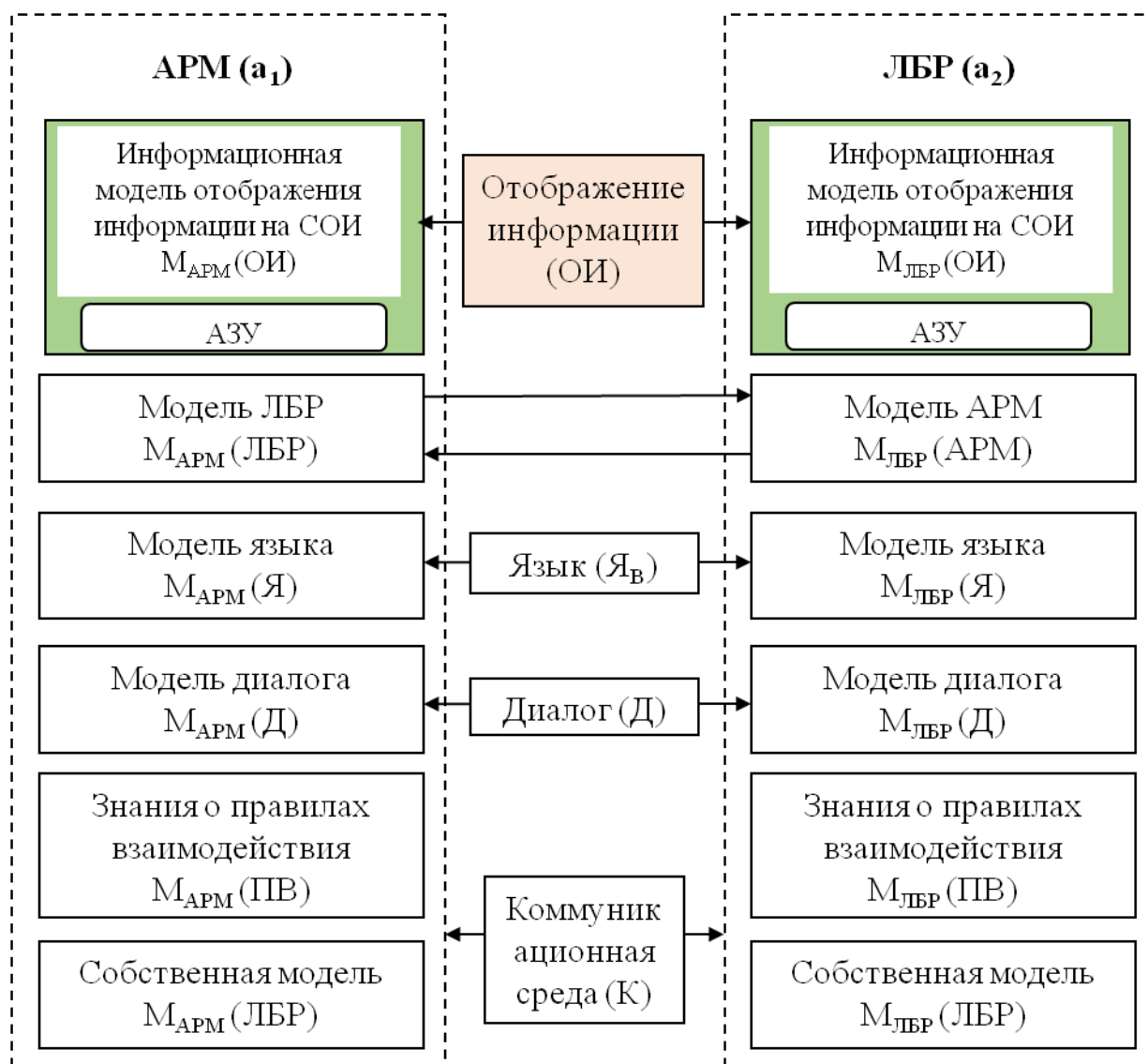


Рисунок 2 – Обобщенная информационная модель взаимодействия ЛБР и АРМ комплекса средств автоматизации на естественно-подобном языке.

В коммуникационную среду включаются как видимые взаимодействующими агентами внешние объекты, так и сами агенты, и объединяющая их деятельность. Коммуникативная среда может отличаться от проблемной области может совпадать с ней, если она является предметом общения.

Таким образом, обобщённую модель взаимодействия можно формально представить выражением:

$$M_o = \langle K, HA, Y_B, D, HOA, OI \rangle, \quad (1)$$

где K – коммуникативная среда; HA – множество участников взаимодействия a_i , $SA = \{a_1, a_2\}$, где a_1 – ЛБР, a_2 – АРМ КСА; Y_B – язык взаимодействия; D – множество сценариев диалога между участниками взаимодействия a_i ; HOA – множество отношений, отражающих возможность взаимодействия a_1 и a_2 в среде K . OI – отображение информации,

$$OI = \langle \Pi, HT, TP \rangle, \quad (2)$$

$$\Pi = \langle HK, HЭ, HO \rangle, \quad (3)$$

где Π – предметная область; HT – множество типов решаемых задач, при этом $HT = \{T_1, T_2\}$, $T_1 = \{\tilde{Z}_k\}, k = 1 \dots K$, $T_2 = \{\tilde{Z}_j\}, j = 1 \dots G$; TP – отношения соответствия элементов Π , решаемым задачам из множества T_1 и T_2 ; HK – множество классов, описывающих предметную область; $HЭ$ – множество экземпляров классов; HO – множество отношений, связывающих элементы HK и $HЭ$.

Отличия представленной модели от существующих [11] состоят в том, что в ней для формирования оперативной информации о воздушной обстановке лицами боевого расчета применяются диалоговые режимы работы, в которых к знаниям об участниках общения и структуре диалога, добавляются знания об информационной модели средства отображения информации, решаемых автоматизированных задачах управления и правилах взаимодействия участников общения при их решении.

**Рекомендации по применению визуально-диалогового интерфейса
средства отображения информации автоматизированной системы управления**

Предложенная методика затрагивает всех участников жизненного цикла комплекса средств автоматизации: разработчиков, изготовителей, воинских частей и подразделений, а также учебных заведений.

При этом, должна использоваться актуальная информация о составе, технических характеристиках и боевых возможностях частей и подразделений ВКС в целом. Эта информация закладывается разработчиками и изготовителями комплексов средств автоматизации, дополняется лицами боевого расчета органа управления.

Для разработчиков комплексов средств автоматизации, с точки зрения применения предложенных компонент методики, наибольшее значение имеет использование тех из них, которые определяют новизну визуально-диалогового интерфейса средств отображения информации, связанного с совместным применением как графических, так и естественно-языковых интерфейсов взаимодействия. Компоненты голографической визуализации данных предлагается реализовать в виде отдельных программных модулей, выполняемых на высокоуровневом программном языке. Такое представление хорошо согласуется с принципами объектно-ориентированного подхода к построению информационно-программных систем и позволит в дальнейшем с минимальными временными и финансовыми затратами осуществлять модернизацию и доработку разработанных модулей.

Выбор языка программирования и системы управления базами данных (СУБД) осуществляется исходя из требований технического задания к специальному математическому обеспечению КСА и предлагается осуществлять на основе платформонезависимых компонент. Это позволит значительно сократить временные

и финансовые затраты необходимые на разработку и модификацию программных модулей, реализующих предложенную методику в широком перечне разнотипных КСА ВКС. При этом разработка всех программных модулей должна осуществляться с учетом резерва ресурсов по памяти и быстродействию ЭВМ.

Предложения для изготовителей изделия военной техники. Предлагается включить реализацию визуально-диалогового интерфейса в изделие 109Л6 (рисунок 3), разработанного в рамках ОКР «Селекция», а именно включить в состав комплекса средств отображения коллективного пользования (КСОКП), предназначенного для отображения видео информации на экране коллективного пользования и отдельных табло коллективного пользования. Изделие 109Л6 является комплексом средств автоматизации, предназначенным для:

- автоматизации КП (ПУ) и обеспечения управления формированиями, дежурными силами и средствами ВКС;
- обеспечения ведения автоматизированного объективного контроля;
- обеспечение совместной работы со средствами и комплексами связи (узлов связи).



Рисунок 3 – Общий вид АРМ и средств отображения информации опытного образца изделия 109Л6 разработанный в рамках ОКР «Селекция».

Предлагается включить реализацию визуально-диалогового интерфейса в программно-аппаратный комплекс подготовки объектово-координатной информации ПАК-ОКИ «ТС-100» (рисунок 4) на замену действующих средств отображения информации, для отображения объектово-координатной информации в масштабе времени, близком к реальному, в том числе, с использованием обученных нейронных сетей для ведения разведывательно-ударных действий с применением средств воздушной разведки и огневого поражения.

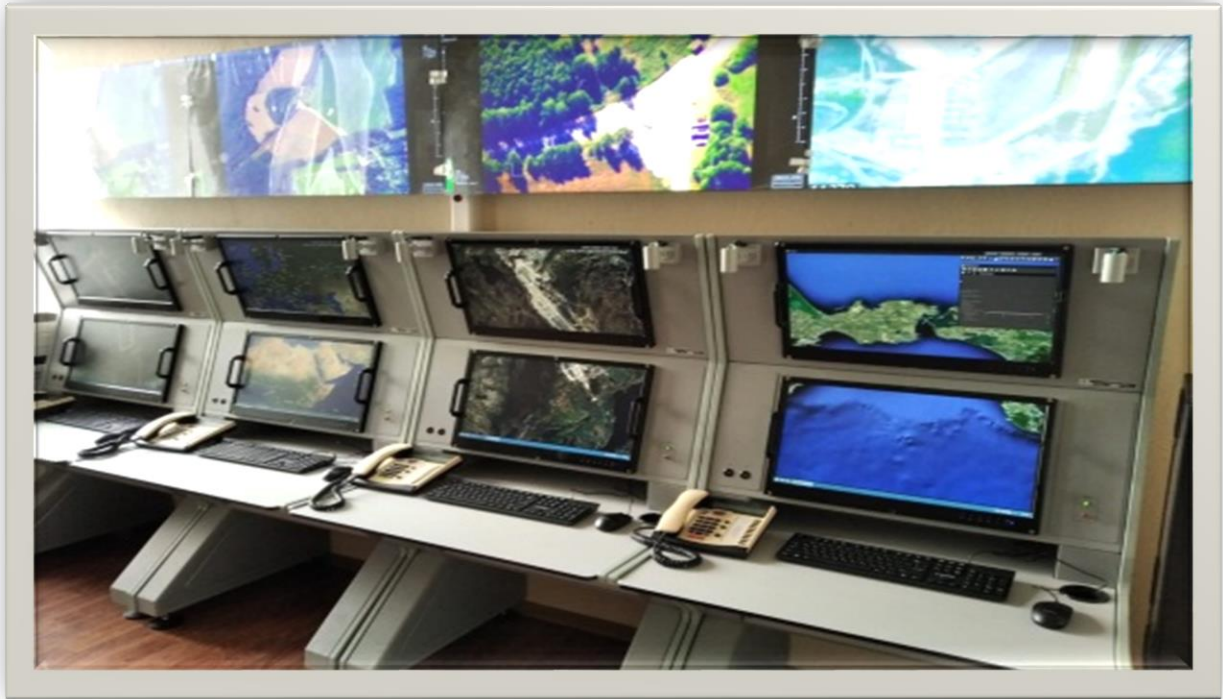


Рисунок 4 – Стационарный вариант исполнения программно-аппаратного комплекса подготовки объектово-координатной информации ПАК-ОКИ «ТС-100».

В тренажерные комплексы, поставляемые в учебные центры и на места дислокации для повышения уровня подготовки лиц боевого расчета органа управления. В случае модернизации существующих и при разработке новых средств отображения информации, а также изменении технических характеристик различных объектов воздушной обстановки, по согласованию с разработчиками, изготовителю предлагается корректировать рабочую конфигурацию программных компонент визуально-диалогового интерфейса, для поддержания их в актуальном состоянии.

Предложения для учебных заведений. С целью повышения уровня знаний и умений обучаемых специалистов автоматизированных систем управления рекомендуется предусмотреть в программах обучения (переобучения) теоретические

и практические занятия, направленные на формирование навыков по работе с разработанными визуально-диалоговым интерфейсом средств отображения информации.

Исходя из этого, полученные результаты исследований могут быть использованы в процессе совершенствования визуально-диалогового интерфейса средств отображения информации как при модернизации существующих КСА, так и при разработке перспективных образцов вооружения.

Выводы

Применение трехмерного голографического экрана позволяет улучшить такие параметры средства отображения информации, как разрешающая способность, угол обзора и восприятия глубины информации, что позволяет повысить эффективность средства отображения информации. Соответственно, рабочее время лиц боевого расчета сокращается за счет уменьшения времени взаимодействия лиц боевого расчета с визуально-диалоговым интерфейсом средства отображения информации комплекса средств автоматизации.

Одним из ключевых преимуществ голографической визуализации данных, является отображение информационной модели в реальном времени на голографическом трехмерном экране с географической системой координат в виде трёхмерных оптических объектов, фиксированным объемом (в зависимости от масштаба) и изменением перспективы при одновременном взгляде с разных углов, при этом подстилающая поверхность отображается в виде трёхмерной карты местности, находящейся в базе данных вычислительного комплекса.

Таким образом, разработанная методика применения визуально-диалогового

интерфейса средства отображения информации автоматизированной системы Воздушно-космических сил позволяет сократить рабочего времени лиц боевого расчета органа управления.

Список источников

1. Тиханычев О.В. Пользовательские интерфейсы в автоматизированных системах: проблемы разработки // Программные системы и вычислительные методы. 2019. № 2. С. 11-22. DOI: [10.7256/2454-0714.2019.2.28443](https://doi.org/10.7256/2454-0714.2019.2.28443)
2. ГОСТ Р 59853–2021. Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. Российский институт стандартизации. 2021, 19.11.2021.
3. Антипова С.А., Тляшев О.М. К вопросу об автоматизированной оценке эффективности деятельности личного состава Вооруженных Сил // Военная мысль. 2022. № 11. С. 63-75.
4. Осипов А.В., Сапожников А.Е., Плешакова Е.С., Гатаулин С.Т. Методы машинного обучения для распознавания эмоционального состояния абонента телекоммуникационных систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 2024. № 1. С. 23-35. URL: <https://doi.org/10.14357/20718632240103>
5. Мещерякова А.А. Разработка автоматизированной системы управления мобильным роботом // Моделирование систем и процессов. 2024. Т. 17, № 1. С. 73-84. DOI: [10.12737/2219-0767-2024-17-1-73-84](https://doi.org/10.12737/2219-0767-2024-17-1-73-84)

6. Душкин Р.В. Интеллектуализация управления техническими системами в рамках функционального подхода // Программные системы и вычислительные методы. 2019. № 2. С. 43-57. DOI: [10.7256/2454-0714.2019.2.29192](https://doi.org/10.7256/2454-0714.2019.2.29192)
7. Московченко В.М., Шилина А.Н. Совершенствование методики расчета показателей эффективности управления системой обеспечения безопасности автоматизированных систем управления в технологических процессах // Вестник УРФО. Безопасность в информационной сфере. 2018. № 3 (29). С. 22-36. DOI: [10.14529/SECUR180312](https://doi.org/10.14529/SECUR180312)
8. Барановский А.М., Мусиенко А.С. Динамические диагностические модели и метод обеспечения устойчивости контроля технического состояния бортовых систем управления летательных аппаратов // Труды МАИ. 2024. № 139. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=183468>
9. Тиханычев О.В. О показателях качества программного обеспечения автоматизированных систем управления // Программные системы и вычислительные методы. 2020. № 2. С. 22-36. DOI: [10.7256/2454-0714.2020.2.28814](https://doi.org/10.7256/2454-0714.2020.2.28814)
10. Высоцкая И.А. Обоснование информационно-интеллектуальной поддержки принципов действия технических систем // Моделирование систем и процессов. 2024. Т. 17. № 1. С. 19-26. DOI: [10.12737/2219-0767-2024-17-1-19-26](https://doi.org/10.12737/2219-0767-2024-17-1-19-26)
11. Гусев Д.И. Оценка параметров системы определения взаимных координат перспективных самолетов при реализации режима группового самолетовождения // Труды МАИ. 2011. № 44. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=24996>

12. Протасов А.А., Ширманов А.В., Рамоданов С.И. Современные задачи автоматизации органов военного управления на базе технологий искусственного интеллекта // Военная мысль. 2022. № 4. С. 79-87.
13. Маркарян А.О., Чурков И.С. Задачи управления в системе принятия решений при отказах автоматизированных рабочих мест // Труды МАИ. 2020. № 113. URL: <https://trudymai.ru/published.php?ID=118150>. DOI: [10.34759/trd-2020-113-10](https://doi.org/10.34759/trd-2020-113-10)
14. Ткачук А.В., Захаров И.В. Общий подход к решению проблем информационного взаимодействия автоматизированных систем военного назначения // Военная мысль. 2022. № 11. С. 75-88.
15. Гридин В.Н., Доманов К.И., Солодовников В.И. Метод повышения контрастности изображений с использованием генетического алгоритма // Информационные технологии и вычислительные системы. 2023. № 2. С. 67–75. DOI: [10.14357/2071863223020](https://doi.org/10.14357/2071863223020)
16. Зимин Е.А., Ходатаев Н.А. Системный подход при разработке систем отображения информации радиолокационной станции // Молодой ученый. 2020. № 47 (337). С. 9–15.
17. Первов М.В. Метод интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в корпоративных экспертных сетях // Информационные технологии и вычислительные системы. 2023. № 1. С. 109-122. DOI: [10.14357/20718632230111](https://doi.org/10.14357/20718632230111)
18. Мальцев А.В., Омельченко Д.В. Моделирование систем видео наблюдения в 3D сценах для виртуального окружения // Информационные технологии и вычислительные системы. 2022. № 4. С. 25-34. DOI: [10.14357/20718632220403](https://doi.org/10.14357/20718632220403)
19. Черкашин Е.А. Применение нейронных сетей для классификации объектов в

видеоданных в задачах автоматического мониторинга состояния биологических объектов // Информационные технологии и вычислительные системы. 2023. № 3. С. 69-86. DOI: [10.17212/2782-2001-2023-3-69-86](https://doi.org/10.17212/2782-2001-2023-3-69-86)

20. Соломатин М.С., Митрофанов Д.В. Модель интеллектуального детектора системы защиты автоматизированной системы управления // Труды МАИ. 2021. № 110. <https://trudymai.ru/published.php?ID=112926>. DOI: [10.34759/trd-2020-110-16](https://doi.org/10.34759/trd-2020-110-16)

References

1. Tikhanychev O.V. User interfaces in automated systems: development problems. *Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody*. 2019. No. 2. P. 11-22. (In Russ.). DOI: [10.7256/2454-0714.2019.2.28443](https://doi.org/10.7256/2454-0714.2019.2.28443)
2. *GOST R 59853–2021. Informatsionnye tekhnologii. Kompleks standartov na avtomatizirovannye sistemy. Avtomatizirovannye sistemy. Terminy i opredeleniya.* (GOST R 59853–2021. Information technology. Set of standards for automated systems. Automated systems. Terms and definitions). Rossiiskii institut standartizatsii. 2021, 19.11.2021.
3. Antipova S.A., Tlyashev O.M. On the issue of automated assessment of the effectiveness of the Armed Forces personnel. *Voennaya mysl'*. 2022. No. 11. P. 63-75. (In Russ.)
4. Osipov A.V., Sapozhnikov A.E., Pleshakova E.S., Gataulin S.T. Machine learning methods for recognizing the emotional state of a subscriber of telecommunication systems. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy*. 2024. No. 1. P. 23-35. (In Russ.). URL: <https://doi.org/10.14357/20718632240103>

5. Meshcheryakova A.A. Development of an automated control system for a mobile robot. *Modelirovanie sistem i protsessov*. 2024. V. 17, No. 1. P. 73-84. (In Russ.). DOI: [10.12737/2219-0767-2024-17-1-73-84](https://doi.org/10.12737/2219-0767-2024-17-1-73-84)
6. Dushkin R.V. Intellectualization of technical systems control within the framework of a functional approach. *Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody*. 2019. No. 2. P. 43-57. (In Russ.). DOI: [10.7256/2454-0714.2019.2.29192](https://doi.org/10.7256/2454-0714.2019.2.29192)
7. Moskovchenko V.M., Shilina A.N. Improving the methodology for calculating the performance indicators of the security system management of automated control systems in technological processes. *Vestnik URFO. Bezopasnost' v informatsionnoi sfere*. 2018. No. 3 (29). P. 22-36. (In Russ.). DOI: [10.14529/SECUR180312](https://doi.org/10.14529/SECUR180312)
8. Baranovskii A.M., Musienko A.S. Dynamic diagnostic models and method for ensuring the stability of monitoring the technical condition of on-board control systems of aircraft. *Trudy MAI*. 2024. No. 139. (In Russ.). URL: <https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=183468>
9. Tikhanychev O.V. On the quality indicators of software for automated control systems. *Programmnye sistemy i vychislitel'nye metody*. 2020. No. 2. P. 22-36. (In Russ.). DOI: [10.7256/2454-0714.2020.2.28814](https://doi.org/10.7256/2454-0714.2020.2.28814)
10. Vysotskaya I.A. Justification of information and intellectual support of the operating principles of technical systems. *Modelirovanie sistem i protsessov*. 2024. V. 17. No. 1. P. 19-26. (In Russ.). DOI: [10.12737/2219-0767-2024-17-1-19-26](https://doi.org/10.12737/2219-0767-2024-17-1-19-26)
11. Gusev D.I. Relative coordinates measuring radio system estimation for formation flight mode development. *Trudy MAI*. 2011. No. 44. (In Russ.). URL: <https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=24996>

12. Protasov A.A., Shirmanov A.V., Ramodanov S.I. Modern tasks of automation of military command bodies based on artificial intelligence technologies. *Voennaya mysl'*. 2022. No. 4. P. 79-87. (In Russ.)
13. Markaryan A.O., Churkov I.S. Control tasks in the decision-making system in case of failures of automated workplaces. *Trudy MAI*. 2020. No. 113. (In Russ.). URL: <https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=118150>. DOI: [10.34759/trd-2020-113-10](https://doi.org/10.34759/trd-2020-113-10)
14. Tkachuk A.V., Zakharov I.V. General approach to solving problems of information interaction of automated military systems. *Voennaya mysl'*. 2022. No. 11. P. 75-88. (In Russ.)
15. Gridin V.N., Domanov K.I., Solodovnikov V.I. Method for enhancing image contrast using a genetic algorithm. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy*. 2023. No. 2. P. 67–75. (In Russ.). DOI: [10.14357/2071863223020](https://doi.org/10.14357/2071863223020)
16. Zimin E.A., Khodataev N.A. Systems approach to the development of radar station information display systems. *Molodoi uchenyi*. 2020. No. 47 (337). P. 9–15. (In Russ.)
17. Pervov M.V. Method of intellectual support for management decision-making in corporate expert networks. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy*. 2023. No. 1. P. 109-122. (In Russ.). DOI: [10.14357/20718632230111](https://doi.org/10.14357/20718632230111)
18. Mal'tsev A.V., Omel'chenko D.V. Modeling video surveillance systems in 3D scenes for a virtual environment. *Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy*. 2022. No. 4. P. 25-34. (In Russ.). DOI: [10.14357/20718632220403](https://doi.org/10.14357/20718632220403)
19. Cherkashin E.A. Application of neural networks for classification of objects in video data in problems of automatic monitoring of the state of biological objects. *Informatsionnye*

tekhnologii i vychislitel'nye sistemy. 2023. No. 3. P. 69-86. (In Russ.). DOI: [10.17212/2782-2001-2023-3-69-86](https://doi.org/10.17212/2782-2001-2023-3-69-86)

20. Solomatin M.S., Mitrofanov D.V. Intelligent detector model of automated control system protection system. *Trudy MAI*. 2021. No. 110. (In Russ.). URL: <https://trudymai.ru/eng/published.php?ID=112926>. DOI: [10.34759/trd-2020-110-16](https://doi.org/10.34759/trd-2020-110-16)

Статья поступила в редакцию 05.02.2025

Одобрена после рецензирования 06.02.2025

Принята к публикации 25.02.2025

The article was submitted on 05.02.2025; approved after reviewing on 06.02.2025; accepted for publication on 25.02.2025