

## ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ВОЗДУШНОЙ ОБСТАНОВКИ

к.т.н. В.М. Грачев, А.В. Довбня, С.Н. Анастасенко, Р.В. Сафронов  
(представил д.т.н., проф. Х.А. Турсунходжаев)

В статье рассматривается вопрос построения информационной модели на экране монитора рабочего места контроля за порядком использования воздушного пространства на основе принципов инженерной психологии с использованием знаниеориентированного подхода.

Одним из путей обеспечения требуемых качества и оперативности работы человека - оператора за порядком использования воздушного пространства является оптимизация его взаимодействия с ЭВМ. Поскольку условия функционирования системы и индивидуальные особенности человека-оператора изменяются в широких пределах, такое взаимодействие должно быть адаптивным. Это подразумевает учет функций, выполняемых человеком, и его текущего психофизиологического состояния при проектировании и функционировании средств отображения. При этом структура и параметры информационной модели (ИМ) на экране монитора рабочего места должны изменяться в зависимости от выполняемых функций и условий их выполнения с целью достижения наибольшей эффективности работы оператора.

Качество работы оператора может быть описано либо частными показателями эргономики (временем выполнения различных операций, точностью и безошибочностью действий), либо комплексным критерием – максимумом вероятности правильного и своевременного решения задачи.

Структура ИМ определяется составом, количеством информационных элементов (данных), а также взаимосвязями между ними. Параметрами такой ИМ являются ее светотехнические и временные характеристики, а также полнота и точность отображения информации.

В состав отображаемой ИМ в существующих системах контроля за использованием воздушного пространства входят данные, имеющие статический, динамический и медленно меняющийся (сменный) характер. Карта местности, элементы группировки, различные координатные сетки, сектора и районы - относятся к статической информации. К динамической относятся: координатная информация о местоположении воздушных объектов и другие оперативные сведения, описывающие эти объекты; пеленгационная информация, а также варианты решения информационных задач, предложенные программным обеспечением автоматизированного ра-

бочего места (АРМ). К сменной информации относятся справочные и диагностические сведения, вводимые данные о группировке и специнформация.

Параметры ИМ влияют на такие психофизиологические показатели работы оператора как точность, достоверность и время распознавания ситуаций. При этом параметры ИМ в свою очередь определяются способом построения изображения

В существующих системах обработки воздушной информации не используется информация о воздушных судах, получаемая от радиолокационных средств, а именно: о бортовом номере или позывном судна с привязкой к координатам и параметрам движения, а также от ненаправленных радиомаяков. Из-за малой производительности вычислительных средств информационные задачи либо не решаются вообще вычислительным комплексом, либо вариант их решения не влияет на формирование ИМ.

Основной особенностью формирования ИМ воздушной обстановки является необходимость совмещения на одном индикаторе АРМ статической, динамической и сменной информации. В существующих системах отображения в силу низких возможностей аппаратуры это совмещение решается по-разному, что накладывает большие ограничения на качество отображения информации. Так, например, использование оптических проекций статической и части сменной информации на индикаторе АРМ в качестве фона не позволяет использовать произвольные масштабы представления обстановки, вносит погрешность совмещения статической и динамической информации, не позволяет применять цветовое кодирование. Это накладывает ограничения на объем отображаемой информации. Такие системы не обладают гибкостью в условиях смены дислокации из-за проблем возникающих при смене отображаемой карты района. Использование знаковосинтезирующих устройств в системах отображения ИМ воздушной обстановки также накладывает ограничения на объем представляемой информации, использование цветового кодирования и кодирование формой при отображении динамической информации. Это происходит из-за сложной схемы формирования изображения в таких системах отображения. Из-за малой информационной емкости основных индикаторов для отображения справочной и динамической информации, а также получения дополнительных сведений по воздушной обстановке (ВО) в существующих комплексах средств автоматизации (КСА) на АРМ используются вспомогательные индикаторы. Информация на этих индикаторах представляется в виде формуляров и справок, что ограничивает возможность ее быстрого восприятия.

Следует отметить, что при работе оператора в существующих системах, ему необходимо совершать большое число операций по изменению информационной модели в соответствии с решаемыми задачами. При решении оперативных задач основное время затрачивается оператором на поиск элемента управления и выполнение сенсорно - моторных операций

по настройке ИМ.

Таким образом, для повышения качества и оперативности принятия решений оператором при построении ИМ необходимо учитывать новые возможности по получению и обработке информации о воздушной обстановке, а также возможности современных средств отображения.

Современные средства отображения позволяют формировать изображение методом телевизионного раstra с высокими возможностями по разрешающей способности, цветовой гамме и быстродействию. При их использовании есть возможность формирования комбинированных информационных моделей, где наряду с широкими возможностями по применению графического, цветового, яркостного и др. кодирования, применяется символьное (формуляры, справки, формализованные таблицы). В таких системах практически нет технических ограничений на объем представляемой информации. Однако, хотя увеличение объема информации, отображаемой на экране, и позволит повысить качество принимаемых оператором решений, но это приводит к увеличению времени принятия этого решения [1]. Одним из разрешений противоречия является формирование ИМ, состав информации в которой согласуется с решаемыми на данном этапе задачами, условиями работы и психофизиологическими особенностями оператора.

Если обозначить  $\mathbf{h} \subseteq \mathbf{H}$  – множество возможных вариантов структуры и управляемых параметров ИМ,  $\omega \subseteq \Omega$  - множество вариантов условий деятельности,  $\psi \subseteq \Psi$  - множество параметров, характеризующих индивидуальные особенности и психофизическое состояние оператора, то задача определения оптимальной (с точки зрения выбранного показателя качества управления  $\mathbf{P}$ ) структуры ИМ описывается выражением

$$\hat{\mathbf{h}} = \underset{\mathbf{h}}{\text{opt}} \mathbf{P}(\mathbf{h}, \omega, \psi) . \quad (1)$$

Если в качестве управляемых параметров  $\mathbf{h}$  ИМ принять состав ее информационных элементов, то решение в соответствии с (1) позволит отыскать оптимальный состав  $\hat{\mathbf{h}}$  элементов этой модели. Однако, такой подход из-за сложной зависимости показателей качества от параметров, описывающих ИМ, психофизиологическое состояние оператора и внешние условия функционирования, практически не применим в системах реального времени. Поэтому для выбора состава и содержания ИМ оператора по контролю за порядком использования воздушного пространства предлагается использовать экспертное определение структуры и состава информационной модели для каждой из решаемых системой задач. Для хранения знаний экспертов они представляются в формализованном виде. При возникновении конкретной ситуации ИМ формируется в соответствии с правилами, хранимыми в базе знаний. Схема функционирования такой системы представлена на рис.1 [2].

Параметры информационной модели и команды управления, введен-

ные оператором, хранятся в базах данных (БД) параметров ИМ и управления соответственно. На основании анализа значений этих параметров в

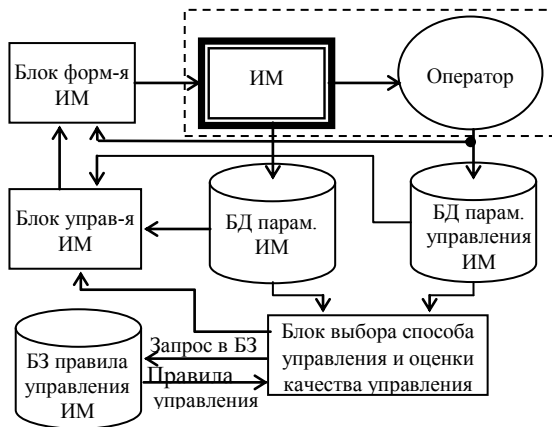


Рис. 1. Схема функционирования АРМ

блоке выбора способа управления и оценки качества управления производится формальное описание процесса управления в соответствии с правилами хранимыми в базе знаний ИМ. На основании знаний о правилах управления ИМ, текущих значений параметров ИМ и параметров управления ИМ оператором, блок управления ИМ формирует управляющие воздействия на блок формирования информационной модели.

Для примера рассмотрим логику работы подобной системы при обнаружении нового воздушного объекта с определенным признаком опознавания.

Начальное состояние описывается штатной ситуацией несения боевого дежурства. В этом состоянии ИМ представляет собой карту района ответственности, на фоне которой отображаются короткие формуляры воздушных судов, осуществляющих полеты в соответствии с планом. При обнаружении нового воздушного объекта, который отвечает по системе опознавания, система переходит в режим решения задачи идентификации этого объекта. При этом оператору требуется дополнительная информация о всех запланированных полетах в этом районе, по которым было получено сообщение о вылете. Данная информация может быть представлена в виде формуляров расчетных точек маршрутов на момент обнаружения воздушного объекта. Для проведения отождествления, в случае наличия таких маршрутов, оператору необходима информация о расхождении параметров полета обнаруженного воздушного объекта с плановыми параметрами по каждой из возможных трасс. При этом программа отождествления рассчитывает, в соответствии с заложенными в ней решающими правилами, наиболее вероятные варианты отождествления и свое решение также предоставляет оператору. При принятии положительного решения оператором (наблюдаемый ВО идентифицируется с воздушным судном, совершающим полет по заявке или расписанию) система переходит в исходное состояние. При этом вся дополнительная информация с экрана снимается. В случае принятия отрицательного решения или непринятии однозначного решения оператором, он должен получить дополнительную

информацию о находящихся в этом районе аэродромах с открытыми заявками на полеты. Если такие аэродромы имеются, то информация по ним предоставляется оператору. Кроме этого, оператору предоставляется информация о расхождении параметров полета обнаруженного воздушного объекта с заявленными по каждому аэродрому. Программа идентификации параллельно с оператором производит поиск аэродрома, наиболее вероятного для проведения планового полета обнаруженным судном. Это решение также предоставляется оператору. При окончании отождествления (принятии оператором решения об отождествлении с аэродромным полетом по заявке) система переходит в исходное состояние, вся дополнительная информация снимается с отображения. Окончанием идентификации считается отнесение нового воздушного объекта к одной из двух категорий. В первом случае происходит переход системы в исходное состояние, при этом отображение воздушного объекта меняется в соответствии с присвоенной категорией, а вся вспомогательная информация снимается с отображения. Во втором случае система переходит в режим для последующей работы по распознаванию.

В приведенном примере алгоритм смены информационной модели можно представить в виде графа (рис.2), где вершины описывают вид информационной модели, дуги условия смены ИМ и обозначают:

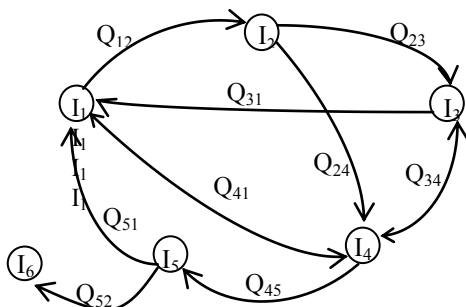


Рис. 2. Граф смены ИМ

$I_1$  – короткие формуляры воздушных объектов на фоне дислокации;

$I_2$  – информация о трассах заявочных самолетов в районе обнаружения ВО;

$I_3$  – информация о расхождении параметров движения ВО и заявленных параметров, дополнительная информация по ВО, а также предложение по решению задачи опознавания;

$I_4$  – информация о наличии аэродромов в районе обнаружения ВО;

$I_5$  – информация о параметрах аэродромных полетов и их расхождении с параметрами движения ВО, решение задачи отождествления программой;

$I_6$  – информационная модель для продолжения распознавания;

$Q_{12}$  – обнаружение нового воздушного объекта в районе ответственности;

$Q_{23}$  – наличие трасс заявленных полетов в зоне обнаружения;

$Q_{24}$  – отсутствие трасс заявленных полетов в зоне обнаружения;

Q<sub>31</sub> – отождествление ВО с самолетом по заявке;

Q<sub>34</sub> – неотождествление ВО с самолетом по заявке;

Q<sub>41</sub> – отсутствие аэродромов с открытыми аэродромными полетами в зоне обнаружения ВО;

Q<sub>45</sub> – наличие аэродромов с открытыми аэродромными полетами в зоне обнаружения ВО;

Q<sub>51</sub> – принятие решения про отождествление ВО с самолетами, совершающими аэродромные полеты;

Q<sub>52</sub> – принятие решения про неотождествление ВО с самолетами, совершающими аэродромные полеты.

Таким образом, при создании ИМ на АРМ предлагается использовать знаниеориентированные технологии, учитывать текущий характер решаемых задач, состояние оператора и внешние условия. Это позволит:

- организовывать диалог с оператором посредством логически построенной системы меню и интеллектуального интерфейса;

- индивидуально настраивать контрастностно-цветовую гамму изображения;

- для описания элементов ИМ использовать ассоциативно узнаваемые условные знаки и обозначения;

- исключить или значительно уменьшить вероятность наложения информации в информационном поле модели;

- для управления ИМ использовать специализированную панель управления в информационном поле экрана (с возможностью ее отключения), для ввода команд с которой, создать систему псевдокнопок с пиктограммами, описывающими выполняемые ими команды, или текстом. Это повысит скорость поиска нужных элементов управления оператором;

- для привлечения внимания оператора к элементу ИМ, а также для селекции информации при отображении, применять различные комбинации подсвета, цветового и яркостного контраста, наряду с мерцанием и звуковым сопровождением.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов Б.М., Тарасов В.А., Токарев И.В. Человеко - машинные системы принятия решений с элементами искусственного интеллекта. – К.: Наукова думка, 1993. – 286 с.

2. Литвак И.И., Ломов Б.Ф., Соловейчик И.Е. Основы построения аппаратуры отображения в автоматизированных системах. – М.: Сов. радио, 1975. – 328 с.

*Поступила в редколлегию 21.02.2001*