

# ПРИМЕНЕНИЕ ФРАГМЕНТАРНО-ПИКТОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАТОРОВ

## THE USE OF FRAGMENTARY-PICTOGRAPHIC METHOD OF PRESENTING INFORMATION IN SUPPORT TO THE ACTIVITIES OF THE OPERATORS

**A. Chumak  
O. Butova  
A. Manko**

*Summary.* The article shows the urgency of the problem of improving the system of information support of activity of operators of complex systems palearkticheskikh, the essence of the fragmentary-pictographic method of communication of information and the advantages of its use in information systems ensuring the activities of the operators.

*Keywords:* information, information display system, neuro-psychological stress, expert system, information coding, icon, thesaurus, fragmentary — pictographic method, and information system.

**Чумак Александр Григорьевич**

*Д.т.н., профессор, Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права*  
anvas2010@ro.ru

**Бутова Ольга Олеговна**

*К.ф.-м.н., доцент, Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права*

**Манько Анна Ивановна**

*К.э.н., доцент, Ставропольский институт кооперации (филиал) Белгородского университета кооперации, экономики и права*

*Аннотация.* В статье показана актуальность проблемы совершенствования системы информационного обеспечения деятельности операторов сложных полиэргатических систем, рассматривается сущность фрагментарно-пиктографического метода представления информации и преимущества его применения в информационно-справочных системах обеспечения деятельности операторов.

*Ключевые слова:* информация, системы отображения информации, нервно-психологическая нагрузка, экспертная система, кодирование информации, пиктограмма, тезаурус, фрагментарно — пиктографический метод, информационно — справочная система.

**Р**азвитие авиационно-космической науки привело к созданию сложнейших авиационных и космических комплексов, которые по своей сути являются полиэргатическими системами, составной элемент которых — человек-оператор. Существенно изменился характер труда авиационного специалиста (лётчика, инженера, техника и т.д.). Основными его задачами все более становятся: контроль процессов управления, принятие решений в нестандартных ситуациях, дублирование работы технических систем.

На ранней стадии освоения летательных аппаратов (ЛА) с турбореактивными (ТРД) и турбовинтовыми двигателями (ТВД) изменения в составе приборного оборудования были минимальными, но вскоре анализ авиационных происшествий показал очевидную необходимость приборного переоснащённая из-за несовершенства и неприспособленности применяемых приборов отслеживать и своевременно выдавать возросшую информацию экипажу. Процесс переоснащения приборного оборудования продолжается и в наши дни.

Анализ развития отечественных и зарубежных бортовых систем индикации (систем отображения информации-СОИ) показывает перспективность использования электронных индикаторов (ЭИ).

Впервые цветные многофункциональные индикаторы на ЭЛТ были использованы на гражданских магистральных самолётах В-767, В-757, А-300 и

А-310. Переход к электронным системам отображения информации на самолёте

В-747–400 позволил по сравнению с первоначальной компоновкой кабины экипажа уменьшить число приборов в 10 раз, светосигнализаторов в 3 раза и переключателей на 40% [1].

Наряду с положительным аспектом их применения (многорежимность работы, безинерционность, использование разных способов предоставления информации), есть и отрицательные, создающие ряд психологических проблем в деятельности экипажей:

- ◆ размещение значительного объёма информации на небольшой площади ЭИ создаёт проблему восприятия;
- ◆ возможность широкого использования разных вариантов представления информации реализуется при недостаточном объёме исследований способов кодирования предъявляемой экипажу информации.

Таким образом, с одной стороны, более совершенная техника должна значительно облегчить труд человека, но с другой стороны — исследования свидетельствуют в ряде случаев об обратном.

Существуют четыре характерные особенности, связанные с взаимодействием человека и техники.

Во-первых, увеличивается количество объектов (процессов, параметров), которые человек должен контролировать, при этом нередко одновременно. Например, количество приборов в кабине самолёта за последние 30 лет увеличилось примерно в 10 раз, вместе с тем время, отводимое на выполнение отдельных операций, сократилось в 5–7 раз.

Во-вторых, расширился диапазон скоростей управляемых процессов. Часто человеку приходится управлять процессами, протекающими в жёстко ограниченных временных интервалах, что, естественно связано с большими нервно-психологическими нагрузками. Иногда, напротив, человек должен длительное время находиться в состоянии ожидания или управлять медленно изменяющимися процессами, что в свою очередь, способствует развитию монотонии и негативно сказывается на его работоспособности.

В-третьих, человеку, управляющему техникой, приходится работать в самых разнообразных условиях: при непостоянном давлении, температуре, при воздействии шума, вибраций, перегрузок.

В-четвёртых, человеку, работающему с техникой, часто не представляется возможным наблюдать управляемые процессы непосредственно. Информация от них передаётся с помощью различных приборов, что связано с её декодированием.

Эти тенденции в развитии взаимодействия человека с техникой обусловили усложнение функции человека-оператора, возникновению у него сложных функциональных состояний, влияющих на эффективность деятельности.

Для эффективной и безопасной эксплуатации ЛА большое значение имеет также информационное обе-

спечение экипажа, основным элементом которого является техническая и полётная документация (ТД и ПД). При этом эксплуатация ЛА рассматривается как функционирование эргатической системы «человек — машина-среда» (ЧМС) или «экипаж — ЛА — среда» (ЭЛАС).

Каждый вылет начинается и заканчивается работой с документацией. Документация — это единственное, что мало изменилось за многие годы. Традиции здесь, как нигде, оказались сильны. В 40-х годах на самолётах DC-3, ЛИ-2 и им подобным число документов было минимальным. Послевоенное поколение самолётов имело более сложное оборудование — появились герметизированные кабины, электросистемы переменного тока, автопилоты, радиолокационные системы и другие. Карты проверок и тренировочные инструкции стали общепринятыми документами.

Значительное усложнение авиационной техники привело к увеличению объёма необходимой информации, которая достигла критических размеров. Возникла проблема её хранения на ЛА. Размещённая в различных местах кабины, документация во многих случаях неудобна для использования, а на небольших самолётах её негде даже хранить.

Масса самолётной библиотеки стала технической проблемой, она косвенно оказывает влияние даже на коммерческую загрузку. Кроме того, размеры библиотеки вызывают затруднения при укладке и использовании части документов для оперативных нужд. Несмотря на все предпринимавшиеся меры, библиотека на борту дальнемагистральных самолётов достигает сотен килограммов (на борту военно-транспортного самолёта Ан-124 её более 500 кг). В целом, если учесть наличие всей документации по большому парку ЛА в эксплуатационных подразделениях, в тренировочных подразделениях и на тренажёрах, то число документов представляется неимоверно большим. В авиакомпании British Airways подсчитано, что их персонал в работе использует около миллиона единиц ответственных документов, малейшие ошибки в которых могут привести к катастрофе [2].

На современных самолётах выполнение предполётных проверок и тренировок возможно только с помощью специально подготовленных карт (справочников). Например, на самолёте В-747 требуется производить 117 проверок до старта, 30 тренировочных операций на старте, 19 во время рулёжки, 33 от взлёта до набора высоты, 31 за время снижения до приземления и 40 до полной остановки и выключения двигателей, в общем, около 270 за один нормальный полёт [2].

Особо необходимо остановиться на аварийных ситуациях в полёте. Аварийные ситуации требуют спо-

способности быстрой оценки обстановки и активной немедленной реакции. Для большинства аварийных ситуаций удаётся составить специальные инструкции, предусматривающие меры предотвращения опасных последствий. Возникновение аварийных ситуаций объясняется разными причинами, а успешное их преодоление и устранение опасных последствий достигается при условии чётких и слаженных действий. Обеспечить же знание лётчиками всех рекомендаций, связанных с действиями в аварийных ситуациях на современных ЛА из-за огромного числа взаимосвязанных операций, допускающих к тому же и варианты последовательности действий, практически невозможно. Кроме того, лётчику (экипажу) и одновременно руководителю полетов могут потребоваться для справки отдельные характеристики и данные по самолёту. Их иногда непросто отыскать в руководстве по лётной эксплуатации (РЛЭ), тем более что некоторые из интересующих характеристик представлены в них в усложнённом виде (таблицы, графики, гистограммы).

Поэтому широко распространена практика использования лётным составом малогабаритных карт данных (справочников) для конкретных типов ЛА. Они носят индивидуальный характер и представляют собой выдержки из РЛЭ и схемы, которые трудно удержать в памяти. Можно отметить два основных преимущества этих карт. Во-первых, вся информация по отдельным этапам полёта подготавливается заранее и лётчик имеет возможность оперативного получения информации, что особенно важно при аварийной ситуации. Во-вторых, лётчик может разгружаться от лишней умственной работы, связанной с необходимостью удерживать в памяти множество числовых данных и последовательности операций. Очевидно, что наличие справочников уменьшает вероятность совершения ошибок.

Аналогично обстоят дела и с информационным обеспечением инженерно-технического состава (ИТС) при эксплуатации авиационной техники (АТ). Опыт эксплуатации показывает, что в настоящее время не каждый авиаспециалист способен достаточно качественно выполнить свои функциональные обязанности. Об этом свидетельствуют результаты изучения психофизиологических особенностей специалистов инженерно-авиационной службы (ИАС), часто допускающих ошибки в своей работе. До 70% ошибок ИТС совершает в первые два года ее освоения, большинство ошибок совершают специалисты, имеющие стаж работы на АТ менее пяти лет.

Оценивая эксплуатационную документацию ИТС, необходимую для грамотного обслуживания авиационной техники, следует отметить, что она очень громоздка по своему объёму. К примеру, руководство по техниче-

ской эксплуатации (РТЭ) на отдельных типах летательных аппаратов содержит 7–8 книг, каждая объемом 500–600 страниц текстового материала с небольшими графическими пояснениями. Этот документ поставляется, как правило, в комплектации 1:4, т.е. не каждый, к примеру, техник самолета может регулярно им пользоваться. Одного же регламента технического обслуживания (РТО) не достаточно для безошибочной эксплуатации, т.к. в РТО для отдельных типов ЛА отсутствуют параметры, характеризующие планер и его системы. Отработанными же на основе РТЭ технологическими картами пользуются редко. Личный состав ИАС решает эту проблему каждый по своему, как правило, большинство заводят себе блокноты, в которые заносят основные сведения по вопросам эксплуатации авиационной техники.

Серьёзной проблемой является языковой барьер, когда изделие и соответствующая документация экспортируется в различные страны и не всегда возможным является точный перевод всей документации на язык страны импортера.

Из вышесказанного напрашивается вывод, что эксплуатационная документация требует детальной переработки, представления её в более доступной форме и в меньшем объёме.

Система информационного обеспечения авиационных специалистов должна трансформироваться (согласно логике развития авиационно-космической науки и техники) в систему интеллектуальной поддержки с последующим переходом в свою высшую форму-систему искусственного интеллекта. Но этого пока не произошло. Более того, килограммы инструкций, перевозимых на борту ЛА и используемых при наземных проверках и работах, превратились в сотни килограммов, количество информации, находящейся в них и требующей запоминания, резко возросло, подойдя к пределу физиологических возможностей человека.

В настоящее время благодаря все большему насыщению операторской деятельности современными ПЭВМ появилась возможность создания на их базе экспертных систем, позволяющих оперативно получать всю необходимую для выполнения тех или иных операций информацию с использованием новых форм ее представления.

Разработки экспертных систем (ЭС) можно отнести к наиболее практическим достижениям в области создания систем искусственного интеллекта. Очевидно, что уже на самолётах следующего поколения в состав БРЭО будут включены ЭС.

Экспертная система обеспечивает быструю оценку большого объёма данных от многочисленных систем,

анализ текущей обстановки и определения оптимальных вариантов действий в конкретной ситуации. ЭС может либо выполнить требуемую операцию, либо выдать информацию о предпочтительном варианте действий на индикаторы экипажа. Бортовые ЭС предназначены для работы в реальном масштабе времени.

Определение рационального состава знаний и формы их представления в бортовых ЭС является сложной проблемой.

Вопрос о том, в какой форме представить экипажу информацию на экране ЭИ является в настоящее время одним из наиболее актуальных. В большинстве случаев данная задача решается традиционно — информация предъявляется на ЭИ в виде текстовых и цифровых сообщений с элементами графики, в отдельных случаях применяются гистограммы и таблицы.

При построении системы отображения информации возникает проблема оптимального кодирования информации, которая заключается, прежде всего, в правильном выборе категории кода, длины алфавита, компоновке кодового знака.

Выбор категории кода зависит от формы объекта. В большинстве случаев скорость и точность различения и опознания тем выше, чем больше похож отображаемый символ на реальный объект.

На эффективность кодирования влияет также и компоновка кодового знака. Знак должен иметь достаточный угловой размер, яркость и контрастность. В состав его должны входить основные и дополнительные детали, которые не должны пересекать или искажать контур знака.

В ряде работ [3,4,5,6] показаны преимущества пиктографической (символьной, знаковой) формы представления информации перед традиционной (текстовой), особенно в операторской деятельности человека, характеризующейся скоротечностью процессов управления, когда от быстроты и точности выполнения управляющих действий зависит эффективность и безопасность функционирования всей системы.

Наиболее предпочтительным является использование принципов фрагментарно — пиктографического метода представления информации (Ф-П метода) для создания на борту ЛА, на наземных комплексах обслуживания и у руководителей полётами (диспетчерских служб) максимально «дружественной» человеку информационной среды.

Сущность Ф-П метода заключается в кодировании информации и её разделении между собой на отдельные

фрагменты, увязанные между собой в логическую последовательность для достижения заданного результата в системе ЧМС.

Под кодированием информации понимается представление её в виде комбинаций пиктограмм (знаков, символов) и текста. В Ф-П методе применение пиктографических и текстовых средств не раздельно, а находятся в органическом единстве, в отличие от традиционных методов представления информации. При этом пиктографическим средствам придаётся главенствующее значение.

В основу Ф-П метода положены следующие принципы оптимальной информационной модели [4]:

- ◆ по содержанию она должна адекватно отображать объекты управления и окружающую среду;
- ◆ по количеству информации — обеспечивать оптимальный информационный баланс и не приводить к таким явлениям, как дефицит или перегрузка информацией;
- ◆ по форме и композиции информационная модель должна соответствовать задачам оператора по управлению и его психофизиологическим возможностям по приему и переработке информации.

Ф-П метод учитывает психофизиологические особенности человека, заключающиеся в том, что зрение человека, через которое он получает более 80% информации, воспринимает изображение фрагментарно, выделяя контуры, содержащие важнейшие сведения об изображении.

Наиболее ответственным шагом в разработке информационного обеспечения с использованием Ф-П метода представления информации является создание тезауруса — словаря символов. Тезаурус состоит из двух частей. Постоянную часть составляют знаки и правила их применения, предназначенные для всех специалистов. Переменную часть составляют знаки и правила их использования для специалистов, занимающихся конкретными направлениями. Пиктографические знаки подбираются по ассоциации с реальными объектами, а абстрактная символика используется та, что хорошо знакома практически всем категориям специалистов, поэтому активный запас пиктографических знаков в тезаурусе можно увеличивать без потери эффективности работы с ним (рис. 1).

На основе тезауруса отрабатываются операционные карты, которые и определяют логику действий оператора. Структурно операционная карта по действиям в особых случаях полета состоит из следующих элементов: непосредственно названия особого случая, признаков

1	уст свс универсальное световое табло	16	
2	гидро сигнальное табло	17	
3	СДУ 1 2 3 4 индикатор системы СДУ	18	
4		19	
5	Б1 сигнальная лампа	20	
6	П прибор с круговой шкалой	21	
7	отказ гидросист. речевая информация	22	
8		23	
9		24	
10	ПК перекрывной кран	25	
11		26	
12	стоп рычаг повернуть до упора стоп	27	
13			
14			
15	линия действия линия наблюдения (контроля)		

Рис. 1. Фрагмент тезауруса



Рис. 2. Пример операционной карты

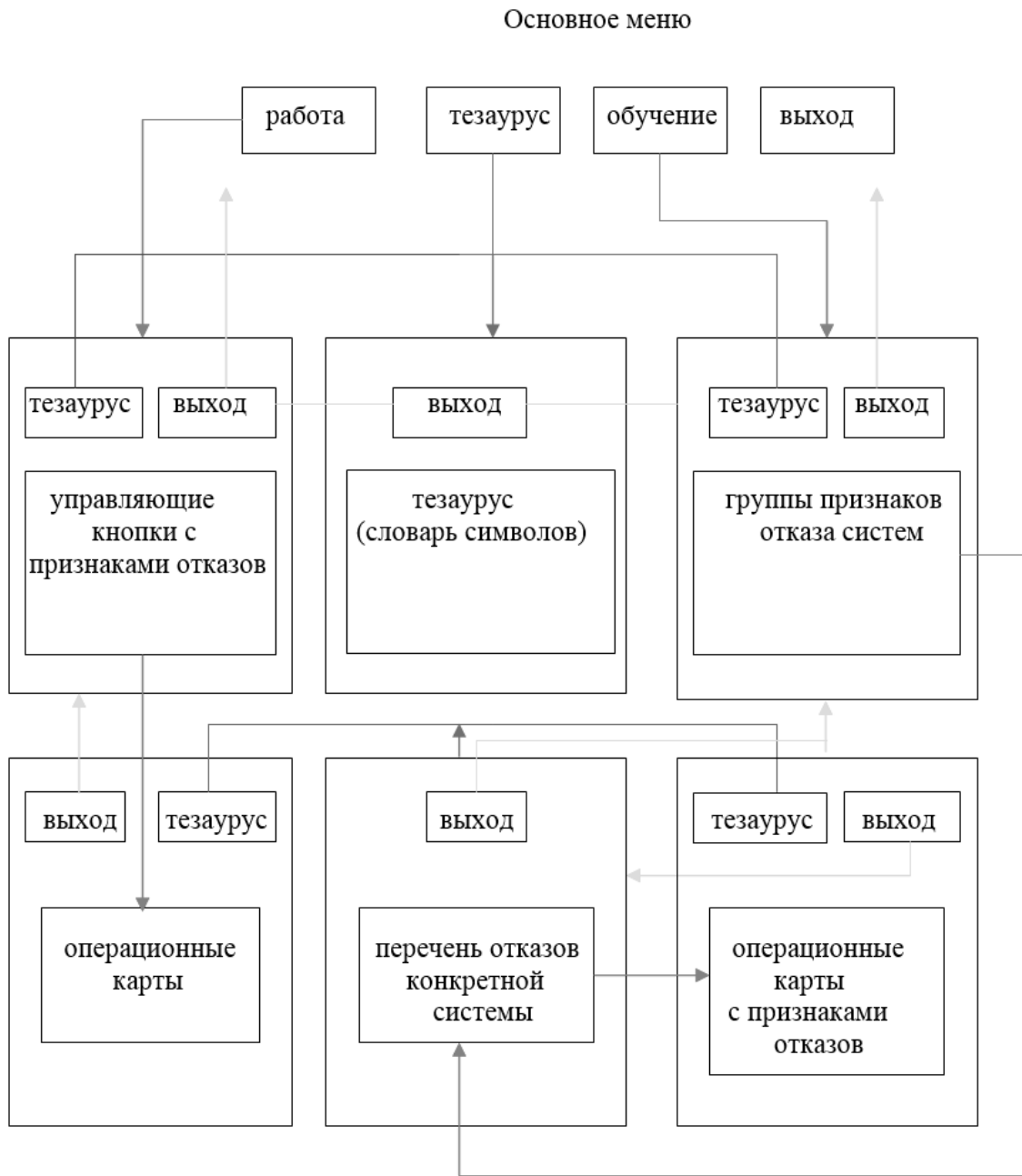


Рис. 3. Структурная схема информационно-справочной системы

отказа АТ, действий экипажа, и того, на что нужно обратить внимание при выполнении указанных действий.

Все пиктографические знаки, описывающие те или иные действия с органами управления, связаны между собой линиями действия, контроля или ожидания (функциональными линиями). Одна из операционных карт представлена на рис. 2.

С использованием Ф-П метода представления информации на базе ПЭВМ разработаны информационно —

справочные системы по действиям в особых случаях полета для самолетов МИГ-29 и МИГ-31. Данные системы выполнены в среде Visual Basic для Windows-XP и включают в себя ряд связанных экранных форм.

По назначению составных элементов систему можно условно разделить на три части: обучающая — предназначенная для изучения признаков особых случаев в полете и действий по локализации особой ситуации; справочная — содержащая справочные, в основном цифровые данные по летной эксплуатации самолета;

и основная — предназначенная для непосредственного обеспечения деятельности группы руководства полетами по локализации особых случаев в полете (рис. 3).

Из любой экранной формы, и непосредственно из главного меню, для получения справки об обозначении того или иного символа, обеспечен выход в тезаурус и возврат в первоначальную форму. Основная форма, с которой непосредственно может работать группа руководства полетами, представляет собой ряд управляющих кнопок, на которых в виде пиктограмм выполнены признаки отказа той или иной системы.

Пиктограммы выполнены на разном цветовом фоне по принадлежности отказа к той или иной системе самолета. При нажатии на управляющую кнопку появляется соответствующая операционная карта по действиям в конкретном особом случае.

Аналогично выполнены информационно — справочные системы, обеспечивающие деятельность ИТС. На основной рабочей форме представлен контур самолета и маршрут его осмотра. Места осмотра основных элементов планера, его систем и силовой установки отмечены управляющими кнопками, при нажатии на которые высвечиваются операционные карты, информирующие о порядке осмотра и технических параметрах систем и агрегатов.

Также отработаны и операционные карты по мерам безопасности при работе на АТ с использованием Ф-П метода представления информации.

Исследования показали, что основная масса разработанных пиктографических знаков и карт, выполненных на их основе, не вызывали затруднений при усвоении и воспроизведении. Это обусловлено их достаточной наглядностью, соответствием отображаемому объекту или воздействию. Формирование прочных навыков в работе с картами достигается за очень короткий срок.

Проведенные эксперименты показали, что Ф-П метод представления информации имеет преимущества перед традиционным (текстовым) по следующим показателям [5,7]:

1. По показателю точности выполнения управляющих действий — в 1,3...3 раза;
2. По показателю точности воспроизведения — в 1,2 раза;
3. По уменьшению объема носителя информации (бумаги) — в 1,5...4 раза.

Таким образом, Ф-П метод представления информации может с успехом использоваться как при разработке «карманных» инструкций летчику (экипажу), руководителю полетов и специалистам ИТС, так и при создании бортовых и наземных информационно-справочных и экспертных систем обеспечения деятельности авиационных специалистов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Бочкарев, Ю. П. Струков. Бортовое радиоэлектронное оборудование летательных аппаратов. Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Авиационное, № 3, 1990 г., с. 43–56.
2. И. А. Оуэнс. Летная эксплуатация (организация работы экипажа). Перевод с английского И. М. Алявдина. — М.: Транспорт, 1987 г.
3. Введение в эргономику, под редакцией В. П. Зинченко. М.: Наука, 1984 г.
4. А. Г. Чумак, С. А. Маяцкий, В. А. Харитон, И. А. Чижов. Перспективы применения фрагментарно-пиктографического метода представления информации в бортовых и наземных системах обеспечения деятельности операторов. Общероссийский научно-технический журнал «Полёт», Издательство «Машиностроение», № 4, 2004 г., с. 53–66.
5. А. Г. Чумак, С. А. Маяцкий, В. А. Харитон, И. А. Чижов. Методика и результаты оценки эффективности системы информационного обеспечения, разработанной на основе фрагментарно-пиктографического метода представления информации, «Проблемы безопасности полетов» ВИНТИ (АН РФ), № 8 г. Москва, 2003 г., с. 18–29.
6. Madhi AZAD M. The role of human factors in expert systems design and acceptance // Human Factors. — 1988.-30, № 4.-p.395–414.
7. А. Г. Чумак, А. В. Чернышов, О. О. Бутова. Оценка эффективности фрагментарно-пиктографического метода представления информации, Всероссийский научный журнал «Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки», № 6, часть 2, 2015 г. с. 247–253.