

Ю. Г. Емельянова

## Средства когнитивной графики для отображения и анализа текущего состояния наземных станций командно-измерительных систем<sup>\*</sup>)

Научный руководитель: проф. В. М. Хачумов

Аннотация. Рассматривается задача дополнения интерфейса наземной станции космического назначения когнитивной информацией. Предлагаемый способ графического представления многомерных данных способствует быстрому обнаружению отклонений в работе системы и повышению оперативности принятия решений.

### 1. Введение

Визуализация текущей информации о состоянии наблюдаемых объектов и окружающей среды, о ходе выполнения команд центра управления полетом (ЦУП) и о собственном состоянии является одной из важнейших задач управления наземных станций командно-измерительных систем (НС КИС). С этой целью специально для НС КИС разрабатываются интерфейсы, способные отражать числовую информацию, поступающую от различных источников, а также преобразовывать ее представление в виде графиков и таблиц. Тем не менее имеющиеся средства отображения недостаточно эффективны, т. к. оператору НС КИС сложно следить за всеми изменениями, происходящими одновременно в разных частях экрана. Важной нерешенной задачей по-прежнему остается обеспечение целостного восприятия ситуации. В настоящее время стали активно применяться полиэкраны, которые отражают не только текущие данные, но и формируют когнитивный графический образ ситуации [1, 3]. Целью данной работы является разработка такого полиэкрана для интерфейса НС КИС.

---

<sup>\*</sup>) Представлено по тематике: *Распознавание образов и нейронные сети, Технологии художественного дизайна.*



звеньев. Далее рассмотрим постановку задачи и основные технические решения по дополнению действующего интерфейса когнитивной информацией.

### **3. Когнитивная графика для отображения состояния систем и процессов**

Интерфейс должен обладать удобными для лица, принимающего решение (ЛПР), средствами общения и отображения текущей ситуации на основе технологии когнитивной графики и гипертекста. Такие средства позволяют ЛПР активно использовать механизмы не только поверхностного, но и глубинного уровней мышления [3]. Оперативно-диспетчерский персонал часто испытывает стрессовые перегрузки. Однако установлено [2], что нагрузка на оператора существенно снижается, если информация об отклонениях и аномальных ситуациях дается в графическом виде и в виде анимационных диаграмм. Анализ деятельности оперативно-диспетчерского персонала сложного объекта [3, 4] показал, что предпочтительнее использовать трехуровневую систему представления информации, включающую: уровень системы (или объекта) в целом, на котором сообщается, в каком (нормальном, аномальном или критическом) состоянии она находится, и в каких подсистемах возникли отклонения; уровень подсистемы, на котором выявляется состояние конкретной подсистемы; уровень непосредственно измеряемых параметров с указанием значений параметров и динамики их изменения.

Рассмотрим данный подход применительно к визуализации состояний НС КИС. Чтобы отобразить текущую ситуацию, необходимо представить многомерные данные в особом графическом (когнитивном) виде. Выбранный графический образ должен позволять ЛПР использовать свойства выбранного абстрактного изображения для визуального решения поставленной задачи.

### **4. Разработка подсистемы когнитивной графики для контроля НС КИС**

Применительно к НС КИС была предложена двухуровневая система представления информации об управляемом объекте и процессах. На уровне системы в целом отображается ее состояние, выделяются подсистемы, в которых возникли отклонения. Графический

когнитивный образ при этом будет предоставлять информацию о режиме работы НС КИС (Работа, Имитатор промежуточной частоты (ПЧ), Калибровка автоматического регулирования усиления (АРУ), Имитатор высокой частоты (ВЧ), Калибровка Углов, Имитатор низкой частоты (НЧ), Подготовка), контролировать уровни и мощности принимаемого и излучаемого сигнала, работоспособность и состояние приборов, отображать расхождения (Время и Время навигационного приемника (НАП)), а также другую информацию.

На рис. 2 представлено соответствующее обобщенное когнитивное представление. Предлагаемый цветояркий образ является модификацией круговой диаграммы, разбитой на сектора. Каждый сектор отвечает за один из пунктов контролируемых данных, список которых расположен ниже:

- (1) телеметрия;
- (2) метеоусловия;
- (3) антенная система;
- (4) передатчик;
- (5) аппаратура НС КИС;
- (6) уровень и мощность сигнала;
- (7) установки из ЦУП;
- (8) расхождение время и время (НАП);
- (9) режим работы (состояние НС КИС).



Рис. 2. Цветояркий образ состояния НС КИС

Для удобства отображения и восприятия введены условные знаки, как это показано в табл. 1. На рис. 3 отображен вид интерфейса при нормальной работе НС КИС. В нижней части образа показано, в каком режиме в данный момент времени находится НС КИС.

Номер	Символ	Смысловое значение
1.	<b>ТМ</b>	Телеметрия
2.		Метеоинформация
3.		Антенная система (АС)
4.		Передатчик
5.	<b>АКИС</b>	Аппаратура НС КИС
6.		Сигнал
7.	 <b>U, P</b>	Уровень и мощность сигнала
8.	<b>F(t)</b>	Установки из ЦУП
9.	<b>НАП</b>	Расхождение время и время НАП

ТАБЛИЦА 1. Знаки и их расшифровка

Режим выбирается из следующего перечня: Работа, Имитатор ПЧ, Калибр. АРУ, Имитатор ВЧ, Калибр. Углов, Имитатор НЧ, Подготовка. Например: в режиме «Имитатор ПЧ» проверяется вся аппаратура формирования запросного сигнала и обработки информации, за исключением усилителя мощности (УМ), АС, входного приемного устройства (ВПУ), формирователя запросного сигнала высокой частоты (ФЗС ВЧ) и тракта измерения угловых координат. УМ в режиме «Имитатор ВЧ» работает на эквивалентную нагрузку, без излучения мощности в эфир.

На рис. 4 показана ситуация при больших отклонениях в положении АС и неблагоприятных метеоусловиях. Сектора когнитивного образа первого уровня поменяли свой цвет на оранжевый. Надпись на элементе «волна» стала оранжевого цвета, что свидетельствует о сбоях при режиме «Работа».

На уровне подсистем происходит детализация текущей ситуации. При щелчке клавишей мыши по одному из секторов появляются уточняющие образы, на которых можно просмотреть информацию о причинах некорректной работы НС КИС. Если какой-либо из параметров вышел из нормы, то оранжевый цвет сектора дает знать о том,

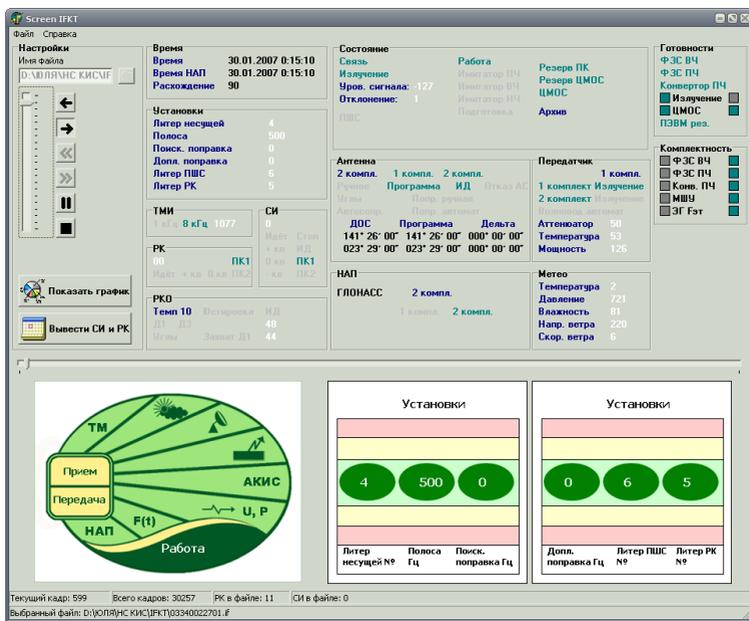


Рис. 3. Интерфейс при нормальном состоянии НС КИС

где произошли сбои в работе системы или возникли неблагоприятные условия. Например, на рис. 4 видно, что для функционирования НС КИС в данный момент неблагоприятны метеоусловия, а также следует проверить состояние АС.

Рассмотрим детально отдельные компоненты контролируемой информации. На рис. 5 представлен когнитивный цветояркий графический образ метео данных, приемлемых для нормальной работы НС КИС. В состав этого образа входит прямоугольник, разбитый на области светло-зеленого, светло-желтого и розового цветов. Овалы символизируют метеопараметры. Если их значения не влекут за собой сбои работы станции, то овалы зеленого цвета лежат в пределах зеленой зоны. На рис. 4 показано, что при падении температуры до  $-40$  градусов соответствующий овал накладывает на нижнюю желтую зону и меняет свой цвет на оранжевый. Предположим, что

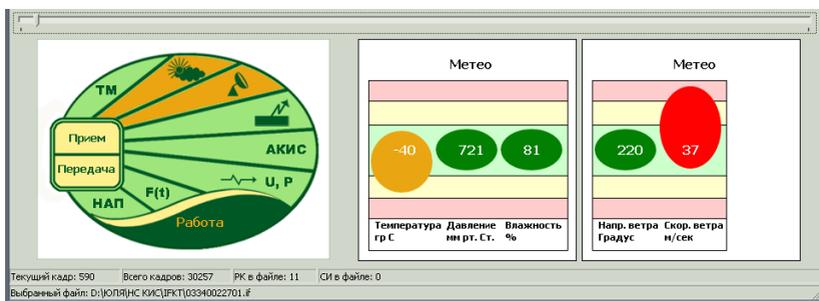


Рис. 4. Визуализация аномального состояния по метеоусловиям и по точности наведения

скорость ветра 37 м/с является критической. В таком случае соответствующая фигура достигает розовой области и становится красного цвета (рис. 4).

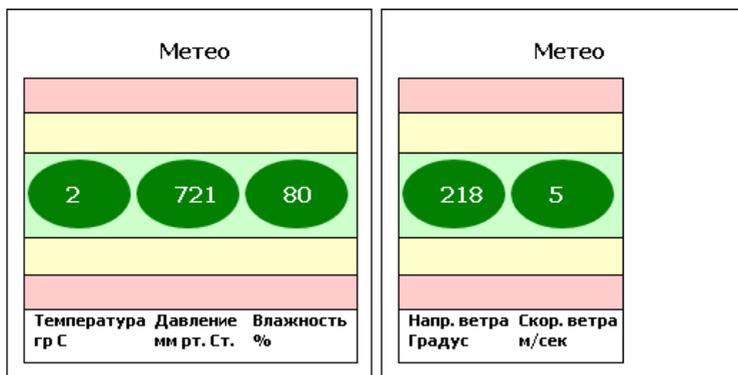


Рис. 5. Индикаторы метеоданных

На рис. 6 показан когнитивный образ состояния АС. Указатель отклонения в виде черной стрелки расположен в зеленой зоне, что говорит о нормальном положении 1-го комплекта АС. Зеленый цвет соответствующего прямоугольника свидетельствует о работе первого комплекта АС. Второму комплекту АС требуется ручная поправка.

Указатель отклонения пересекает розовую область, т. е. возможна потеря связи с космическим аппаратом или имеют место технические неполадки второго комплекта АС.

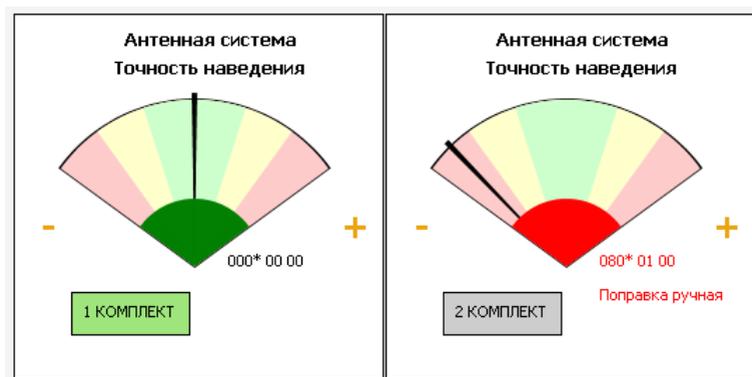


Рис. 6. Индикаторы состояния АС

На рис. 7 показаны состояния передатчика, а также уровень и мощность сигнала. Отображено состояние передатчика при уровне сигнала -127 и мощности сигнала 133. Уровень и мощность сигнала находятся в норме.



Рис. 7. Состояние передатчика, уровня и мощности сигнала

На рис. 8 показано состояние НС КИС, когда все установки находятся в норме. Когнитивный образ для отображения расхождения (Время и Время НАП) представлен на рис. 9.

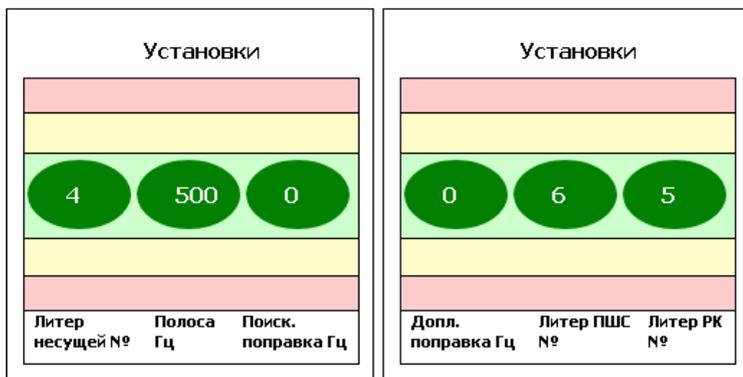


Рис. 8. Отображение установок



Рис. 9. Расхождение время и время навигационного приемника

Для отображения работоспособности и состояния приборов применяется матричное представление. Работающий прибор или узел подсвечен зеленым цветом, а неработающий — серым цветом. Если прибор отказал, то на соответствующем прямоугольнике появляется красный цвет.

Интерфейс реализуется на языке Delphi, с использованием пакета Graphics32. Пакет содержит набор функций, классов, компонентов и элементов управления, разработанных для высокоэффективного программирования графическими средствами.



Рис. 10. Отображение работоспособности и состояния аппаратуры НС КИС

## 5. Заключение

В данной статье рассмотрены методы когнитивного представления состояний НС КИС в виде цветоярких образов. Они служат для контроля, диагностики и прогнозирования состояний технических систем НС КИС. Концепция построения интерфейса НС КИС заключается в разработке полиэкранной технологии, сочетающей обычное представление данных с когнитивной обобщающей и уточняющей информацией с целью повышения эффективности, надежности и качества управления работой НС КИС. Внедрение новой технологии визуализации данных позволяет снизить нагрузку на операторов НС КИС, а также повысить эффективность принятия решений.

Работа выполнена в рамках проекта ИПС РАН и РНИИ КП на тему «Создание прикладной интеллектуальной системы информационной поддержки НС КИС».

Автор выражает признательность нач. отдела РНИИ КП Смирнову С.В. и аспиранту ИПС РАН Калугину Ф.В. за консультации и помощь в работе.

## Список литературы

- [1] Бурдаев М. Н. Применение методов когнитивной графики в процессе подготовки космонавтов. — Труды Шестой международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос». — Звездный городок:

Редакционно-издательский отдел РГНИИЦПК им. Ю.А.Гагарина, 2005. — 130 с.

- [2] Виноградов А. Н., Осипов Г. С. Динамическое целеполагание в системах, основанных на знаниях. — Труды VII национальной научной конференции с международным участием КИИ-2000. — М.: Физматлит, 2000. — 272–279 с.
- [3] Вагин В. Н., Еремеев А. П. Базовые принципы конструирования интеллектуальных систем поддержки принятия решений реального времени для мониторинга и управления сложными техническими объектами. — Труды Третьего расширенного семинара «Использование методов искусственного интеллекта и высокопроизводительных вычислений в аэрокосмических исследованиях». — Переславль-Залесский: ООО Феникс, 2003. — 79–97 с.
- [4] Хачумов В. М., Ксенофонтова Е. В. Образный анализ и диагностика сложных процессов. — Доклады 11-й Всероссийской конференции «Математические методы распознавания образов» (ММО-11, 23–29 ноября 2003 г., Пушкино). — М., 2003. — 201–204 с.

J. G. Emelynova. *Means of the cognitive graphics for representation and analysis of the current state of the earth stations of measuring command systems // Proceedings of Program Systems institute scientific-practical conference “Program systems: Theory and applications”, devoted to the 15<sup>th</sup> anniversary of Pereslavl University named A. K. Ailamazyan. — Pereslavl-Zalesskij, 2008. — p.111–121. — ISBN 978-5-901795-13-2 (in Russian).*

ABSTRACT. The goal of the paper is cognitive graphical addition to the interface of the earth station for cosmic purposes. The offered method to represent multidimensional data in the graphic form assists to detect quickly aberrations during system operation and to boost problem-solving efficiency.

*Перевод проверен:* ст. преп. Л. Н. Валеева