

О КОГНИТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А.Л. Ерохин

(Харьковский национальный университет радиоэлектроники)

Разработан метод когнитивной визуализации оперативной информации в интеллектуальных системах на основе модели флуктуационной капсулы параметров режимов работы системы. Предложены технические средства, позволяющие создать новые типы информационных диспетчерских экранов.

когнитивная визуализация, интеллектуальные системы

Введение и постановка задачи. Проблема наглядно-образного (визуального мышления) остается важной задачей, поэтому использование визуальных систем кодирования информации с позиций современных систем и средств искусственного интеллекта, является одним из важных направлений, которое позволяет повысить эффективность операторской деятельности лица, принимающего решение. В [1, 2] предложена концепция визуального отображения оперативной информации, основанная на формализованной модели единичной флуктуационной капсулы с использованием базовых принципов активации когнитивных психологических функций человека-оператора. В статье решается задача разработки метода и технических средств для когнитивной визуализации оперативной информации

Разработка метода когнитивной визуализации оперативной информации на основе формальной модели флуктуационной капсулы. Формальная модель отображения информации, представляет собой единичную сферу, образованную множеством вершин единичных векторов параметров сложной системы. Для разработки метода когнитивной визуализации оперативной информации рассмотрим упрощенную формальную модель, представляющую собой плоскую развертку северного или южного полушарий единичной сферы (рис. 1).

Рассмотрим три кольцевые зоны (1, 2, 3) развертки с радиусами

$$1, 0 \geq r_1 > r_2 > r_3 \geq \varepsilon, \quad (1)$$

где ε – окрестность полярной зоны развертки.

Зададим множество проекций векторов параметров сложной системы. П1. $(\vec{\varphi}_1)$ – векторы технологических параметров со скалярными переменными $\Delta\varphi_1$. П2. $(\vec{\zeta}_J)$ – векторы корректировок параметров управления со скалярными переменными $\Delta\zeta_J$. П3. $(\vec{\theta}_L)$ – векторы параметров планирова-

ния со скалярными переменными $\Delta\theta_L$. П4. $(\vec{\mu}_L)$ – векторы корректировок параметров планирования со скалярными переменными $\Delta\mu_L$. П5. (\vec{P}_{FS}) – векторы, описывающие базовые операторские функции лица, принимающего решения (психофизиологического состояние ЛПР). П6. (\vec{v}_{FS}) – векторы корректировок ПФС ЛПР.

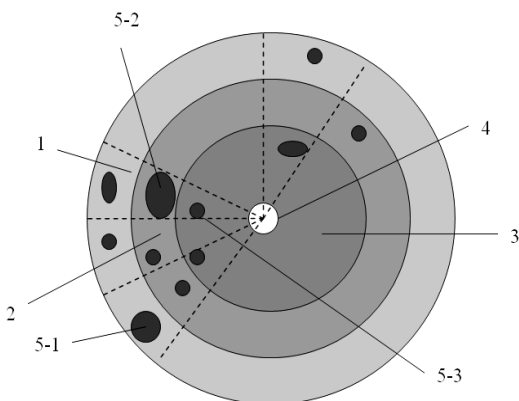


Рис. 1. Развертка единичного полушария флуктуационной капсулы отображения параметров режимов сложной системы

Упорядочим множество проекций векторов параметров $(\vec{\varphi}_I)$, $(\vec{\zeta}_J)$, $(\vec{\theta}_L)$ и (\vec{P}_{FS}) . Для этого посредством M радиусов развертки разделим развертку на 3m равномерно распределенных секторных зон $[U_{ij}]$, объединение этих зон организуют все пространство развертки:

$$[U_{1j}] \cup [U_{2j}] \cup [U_{3j}] \subset U \setminus \varepsilon; \quad (2)$$

$$[U_{ij}] \subset U_{ij} / \overline{U_{ij}}, \quad (3)$$

где i, j – номер кольцевой

зоны (1, 2, 3) развертки; $\overline{U_{ij}}$ – замыкание множества U_{ij} .

В результате деления получаем равномерное размещение отображаемых параметров управления $(\vec{\zeta}_J)$, планирования $(\vec{\theta}_L)$, психофизиологических параметров ЛПР (\vec{P}_{FS}) и технологических параметров $(\vec{\varphi}_I)$ системы на кольцевых зонах 1 – 3 развертки. Одиночная проекция любого из векторов системы отображается в центре $[U_{ij}]$ в виде точки со своей ε окрестностью. Если в кольцевой зоне 1 развертки расположить проекции вершин векторов, имеющих сильную связь с возмущающими воздействиями. Например, это может быть множество $(\vec{\varphi}_I)$ технологических параметров в сложной системе энергоснабжения [3] совместно с их параметрами управления $(\vec{\zeta}_J)$.

В зоне 2 расположим проекции вершин векторов $(\vec{\theta}_L)$ параметров планирования, имеющих среднюю связь со стохастическими возмущениями, так как эти параметры имеют слабые взаимодействия по ответным реакциям. В кольцевой зоне 3 разместим проекции вершин параметров (\vec{P}_{FS}) психофизиологического состояния (ПФС) человека-оператора. При таком представлении границы трех кольцевых областей будем считать естествен-

ными замыканиями предельных значений флуктуаций параметров сложной системы. Таким образом, посредством меридионального разбиения развертки единичного полушария на три кольцевые зоны, параметры системы классифицируются по степени их взаимодействия с возмущающими силами S_j . В [4] показано, что внутри флуктуационной капсулы параметры системы, взаимодействующие со стохастическими возмущениями, изменяют не только свои скалярные переменные векторов, но также свое пространственное положение. Поэтому считаем, что множество точек проекции отображенных внутри $[U_{ij}]$ при внештатных, предаварийных и аварийных ситуациях образуют в совокупности фигуры 5 – 1, 5 – 2 и 5 – 3, гомеоморфные кругу. На рис. 1 эти фигуры окрашены черным цветом. Чем сильнее реакция параметра СОС на воздействие S_j , тем большее изменение их угловых коэффициентов, относительно ортов единичного шара.

Разработка экрана для визуализации оперативной информации.

На основе исследований флуктуационной капсулы параметров разработана модель информационного экрана для визуального отображения нештатных ситуаций в сложной системе электроснабжения. Модель представляет собой конечное множество i информационных каналов от Z_{is} потребителей, расположенных на S-уровне системы электроснабжения. Каждый из i каналов разбит на три подканала, каждый из которых с выхода потребителя несет информацию о значениях двух реактивных компонентов мощностей P_{Li}^- , P_{Li}^+ и активной мощности P_{Ai}^+ , P_{Ai}^- на любом из S-уровней подсистем Z_{si} , образующих баланс общей потребленной мощности [3]. Для распределенных потоков рассмотрим только правую часть уравнения баланса мощностей, считая ее равной левой части PW_s

$$\sum_{i=1}^p PZ_{si}^+ \approx \sum_{i=1}^p \left(P_{Ait}^+ + P_{Lit}^+ + P_{Cit}^+ \right). \quad (4)$$

Рассмотрим триаду активных и реактивных мощностей для i -го потребителя на S-м уровне системы $\left(P_{Ai}^+ + P_{Li}^+ + P_{Ci}^+ \right) = P_{\Sigma}$ и произведем нормировку значений по статистическим значениям P_{A0i}^+ , P_{L0i}^+ , P_{C0i}^+ . Тогда

$$P_{Ai}^+ / P_{A0i}^+ \cong 1 \pm \Delta P_{Ai}, P_{Li}^+ / P_{L0i}^+ \cong 1 \pm \Delta P_{Li}, P_{Ci}^+ / P_{C0i}^+ \cong 1 \pm \Delta P_{Ci} \quad (5)$$

и каждому из нормированных значений присвоим свой цвет из триады RGB. Так, значениям активной мощности $P_{An} = 1 \pm \Delta P_{Ai}$ будет соответствовать красный цвет, реактивной индуктивной $P_{Ln} = 1 \pm \Delta P_{Li}$ – синий, а реактивной емкостной $P_{Cn} = 1 \pm \Delta P_{Ci}$ – зеленый. Каждое из нормированных зна-

чений мощности, закодированное цветом, должно соответствовать оптимальной интенсивности излучения в цветовой триаде. При аддитивном сложении интенсивностей трех цветов триады получаем аддитивно белый свет, означающий оптимальное распределение всех энергетических потоков мощностей между W_s поставщиком и Z_{is} потребителем. При изменениях значений потоков мощности в пределах флуктуационного коридора

$$\Delta P_{\Sigma} (\pm \Delta P_{Ai}, \pm \Delta P_{Li}, \pm \Delta P_{Ci}), \quad (6)$$

к аддитивно белому свету оптимальность энергопотоков добавляются фоновые цветовые компоненты красного, синего или зеленого цветов.

По числу всех потребителей формируем соответствующее число цветковых триад, на входы которых поступает информация о мгновенных значениях активных и реактивных значений. Из банка данных по каждому потребителю извлекается статистическая информация об оптимальных значениях активных и реактивных мощностей, после чего производится их нормировка.

Таким образом, модель представляет собой конечное множество источников излучения, сгруппированных и упорядоченных некоторым образом, которые обладают линейными характеристиками изменения интенсивности излучения, при изменениях параметров в системе. Физически модель выполняется в виде двумерного экрана, снабженного i -триадами, выполненными из светодиодов красного, синего и зеленого излучений. При выходе любого из параметров мощности за пределы флуктуационного коридора аддитивно белый свет исчезает, и на экране появляются комбинации смешанных или чистых цветов триады. Две ортогональные базы экрана определяют упорядоченность потребителей.

Достоинством такого экрана является обеспечение человеку-оператору психологически комфортных условий оперативного дежурства. Такой экран, благодаря динамичности представления визуальной информации о состоянии системы, не вызывает у человека появления стресса монотонии. Также эти экраны выполнены таким образом, что контролируемая оператором информация стимулирует когнитивные функции человека-оператора.

Физическая модель информационного экрана и принцип его работы основываются, в первую очередь, на эффективном использовании когнитивной функции внимания человека-оператора. В настоящем исследовании проблема адаптации к стрессу монотонии решена путем использования методики психологической реабилитации человека-оператора посредством визуального воздействиями цветодинамических изображений. Однако процесс реабилитации является дискретным по времени и задача обеспечения

оперативной и психологически комфортной информации на диспетчерском экране остается актуальной.

Конструкция предлагаемого информационного диспетчерского экрана представляет собой плоский щит, выполненный из листа оптически прозрачного материала, разделенного на счетное упорядоченное множество ij -ячеек по числу контролируемых узлов поставщиков-потребителей электрической энергии, как это представлено на рис. 2. Одна из плоских поверхностей стекла выполнена шлифованной, диффузно отражающей световые лучи. Две ортогональные базы экрана определяют упорядоченность множества контролируемых потребителей-поставщиков.

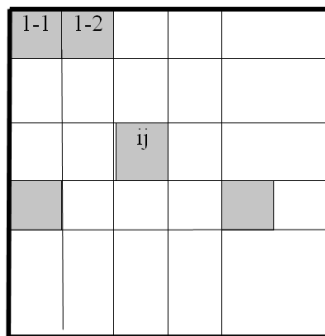


Рис. 2. Информационный диспетчерский экран

Каждая пронумерованная ij -ячейка, представленная на рис. 2, снабжена RGB-триадой светодиодов, установленных на плате микропроцессорного управления. Конструктивно принцип цветовой индикации состояния контроля реализуется двумя способами, первый из которых основан на использовании светодиодов, работающих на просвет, а второй – на светодиодах, осуществляющих торцевую подсветку информационной пластины. При оптимальном распределении электрической нагрузки в сети или при выходе любого из параметров активной и реактивной мощности за пределы флуктуационного коридора происходит изменение спектра свечения контролируемой ij -ячейки. В соответствии с выражениями (4) – (6) состояние оптимального распределения энергопотоков в ij -м узле (поставщик-потребитель) на RGB-триаду подаются значения токов, обеспечивающие аддитивное сложение трех спектров излучения в белый свет. Таким образом, оптимальность распределения энергопотоков в любом из i -х узлов поставщиков-потребителей визуализируется на экране белым светом соответствующих ячеек.

Рассмотрим вариант, когда происходит нештатная ситуация, например, в работе мощной индуктивной печи. Тогда в i -м узле (поставщик-потребитель индуктивной нагрузки) происходит нарушение параметра. Такое нарушение вызывает изменение интенсивности свечения синего светодиода, вплоть до его отключения. Если значение индуктивной нагрузки в этом узле находится в пределах флуктуационного коридора $+\Delta P L_i$, то белое свечение соответствующей ячейки контроля изменится в сторону синего цвета. При уменьшении значения изменения мощности до нормированного $\Delta P L_i = 1,0$ в триаде отключается синий спектр и ячейка

освещается аддитивно желтым цветом. находится исчезает, и на экране появляются комбинации смешанных или чистых цветов триады. На рис. 3 и 4 представлены универсальные ячейки контроля информационного экрана, состоящие из двух светопроводящих пластин. Отличие конструкции, представленной на рис. 3 от контрольной ячейки, представленной на рис. 4 заключается в наличии дополнительной светопроводящей пластины.

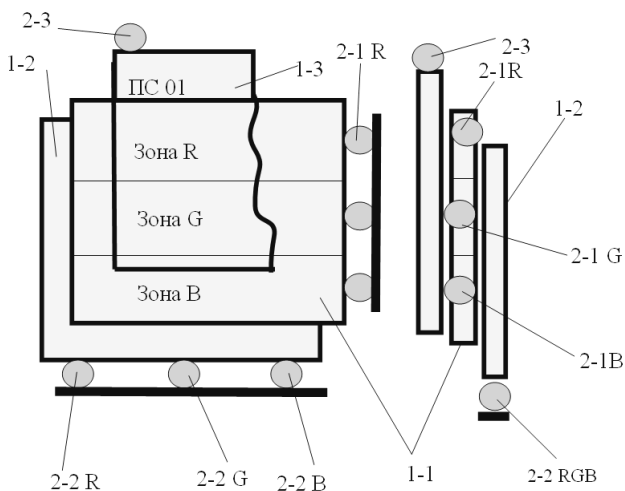


Рис. 3. Универсальная ячейка контроля информации

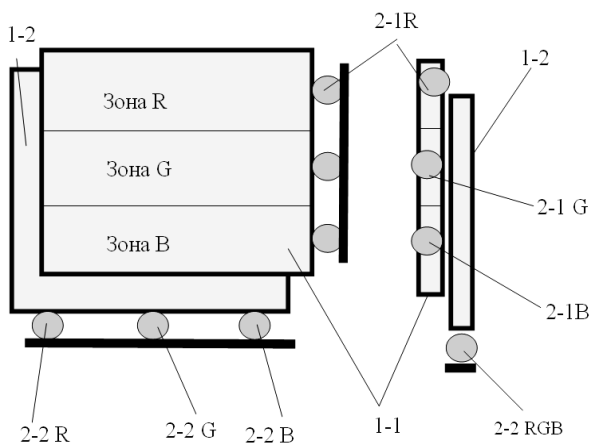


Рис. 4. Универсальная ячейка контроля информации с дополнительной светопроводящей пластиной

Каждый из указанных светодиодов работает как пороговый элемент, срабатывающий при превышении допустимых интегральных нормированных значений активной и реактивной мощности контролируемого узла сложной системы электроснабжения. При изменении интегрального значения выше предельно допустимых значений параметров контроля, которые определяются системой и оператором как нештатная, но не аварийная ситуация, срабатывает светодиод «2-1 В» и отключается зеленый светодиод, при этом на поверхности ячейки экрана появляется информация о нештатной ситуации. Аналогично для аварийной ситуации информация об аварии освещается красным цветом от светодиода «2-1 R» при отключении светодиодов 2-G и 2-B. Пластина 1-2 обеспечивает оператору визуальную информацию, дифференцированную по трем нормированным мгновенным значениям активной, индуктивной и емкостной мощностей в контролируемом узле «поставщик-потребитель». На поверхности светопроводящей пластины 1-3 нанесен или номер контрольной ячейки, или ее наименование, например, ПС 01 (подстанция 01).

Выводы. Разработан метод когнитивной визуализации оперативной информации в сложной системе на основе модели флуктуационной капсулы параметров режимов системы. Предложен новый информационный экран для визуального отображения нештатных ситуаций в сложных интеллектуальных системах, который обеспечивает активное включение в процесс контроля функционирования системы когнитивной функции внимания человека-оператора. Достоинствами информационного экрана являются: обеспечение психологически комфортных условий оперативного дежурства; снижение уровня стресса монотонии; активное включение в процесс контроля функционирования системы когнитивной функции внимания ЛПР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко М.В., Єрохін А.Л. Про моделі позаштатної поведінки інтелектуальних систем. // Проблеми біоніки. – 2004. – Вип. 60. – С. 7-16.
2. Єрохін А.Л., Бурцев В.Н. Формалізація складноорганізованих систем і розпізнавання аварійних ситуацій. Сообщение 1 // Хроніка інтелекту. – 2004. – № 1 (61). – С. 74-77.
3. Єрохін А.Л. Топології просторових інформаційних моделей електричних мереж // Електроенергетичні та електромеханічні системи. Вісник Національного університету „Львівська політехніка”. – Львів, 2003. – № 479. – С. 72-79.
4. Єрохін А.Л. Алгоритм побудови флуктуационної капсули параметрів складної системи при аварійних ситуаціях // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2005. – Вип. 9 (49). – С. 221-227.

Поступила 13.04.2006

Рецензент: доктор технических наук, профессор Ю.П. Шабанов-Кушнарченко, Харьковский национальный университет радиоэлектроники.