

ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ АН СССР

Для служебного пользования

Экз. № **000089** *

На правах рукописи

УДК 681.32:0075

ПРОСЯНИК АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ

**ЧЕЛОВЕКО-МАШИННЫЙ ОБРАЗНЫЙ АНАЛИЗ
НЕЧЕТКИХ СИТУАЦИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ**

05.13.17 — теоретические основы информатики

А в т о р е ф е р а т

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва — 1989

Работа выполнена в Днепропетровском филиале ВНИПИ систем автоматизации и управления Минприбора СССР и в Институте проблем информатики АН СССР

- Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор
СИНИЦЫН И.Н.
- Консультант - кандидат экономических наук,
старший научный сотрудник
ЧЕРЕДНИЧЕНКО А.А.
- Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор
ШЕМАКИН Ю.И.
- кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
ГУРЕВИЧ И.Б.
- Ведущая организация - Киевское НПО "Промавтоматика"

Защита состоится " ____ " _____ 198 9 г.

в _____ часов на заседании специализированного совета
Д.003.56.01 Института проблем информатики АН СССР по
адресу: 117900, Москва, ГСП-1, В-334, ул. Вавилова, 30/6

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ИПИАН.
Автореферат разослан " ____ " _____ 198 9 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат технических наук



ГРИНЧЕНКО С.Н.

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Многочисленные задачи управления связаны с переработкой больших массивов информации, с необходимостью учета качественных характеристик, взаимовлиянием различных событий, неполнотой исходных данных и др. факторами, определяющими нечеткость множества сведений о текущих ситуациях.

Одной из важнейших задач такого плана является анализ организационно-технологической обстановки и выработка в соответствии с текущими ситуациями оперативных решений. При этом попытки построения детерминированной математической модели приводят к недопустимой ее громоздкости и как следствие этого - к возрастанию времени реакции системы управления, что практически исключает возможность ее использования при принятии оперативных решений.

Альтернативой в таких случаях могут быть семиотические модели, широко используемые в ситуационном управлении, в основу которого положены классификация и сопоставление определенного класса ситуаций управляющему воздействию.

Однако возможности автоматической классификации текущих ситуаций ограничены и в ряде случаев существенно уступают человеку. Поэтому решение задач оперативного управления целесообразно осуществлять в диалоговом режиме при эффективном использовании человека для распознавания, классификации и интерпретации нечетких высокоразмерных данных о текущих ситуациях.

Следовательно задача разработки человеко-машинного образного анализа нечетких ситуаций является актуальной.

Целью работы является разработка и исследование методов, моделей, алгоритмов и технических средств человеко-машинного /ЧМ/ образного анализа нечетких ситуаций.

Основные задачи исследования:

1. Исследование и анализ методов представления знаний, формализации качественных характеристик и отображения информации применительно к ЧМ образному анализу.

2. Разработка формальной грамматики языка визуальных образов.

3. Разработка и исследование информационных моделей общения: лицо, принимающее решение /ЛПР/ - ЭВМ, для поддержки принятия индивидуальных и коллективных решений.

4. Исследование принципов технической реализации и эффективности ЧМ образного анализа в различных задачах организационно-технологического управления.

Методы исследования. В работе использованы методы представления знаний, системного анализа, теории информации, теории нечетких множеств, ситуационного управления, образного анализа данных.

Научная новизна работы. 1. Предложен ЧМ образный анализ нечетких ситуаций. 2. Получены аналитические выражения определения степени близости нечетких ситуаций и степени принадлежности информационных элементов нечетких ситуаций. 3. Выработаны методические принципы отображения образов целевой и текущей ситуаций. 4. Создана формальная грамматика языка визуальных образов. 5. Разработаны и исследованы динамическая информационная модель /ДИМ/ и алгоритм поддержки принятия индивидуальных решений. 6. Разработаны и исследованы картографическое моделирование и алгоритм поддержки принятия коллективных решений.

Практическая ценность. Разработанные методы, модели и алгоритмы доведены до практического применения. Полученные результаты использованы в практике проектирования систем поддержки принятия решений и реализованы в созданных технических средствах отображения информации, ориентированных на ЧМ образный анализ.

Реализация результатов работы. Основные результаты диссертации получены при выполнении ряда НИР и ОКР и внедрены в: техническом и рабочем проектах СМ 128 "С", выполненных в УТПШКИ "Металлургавтоматика", г. Днепропетровск; техническом и рабочем проектах 816.000 "АСУТП машины непрерывного литья заготовок", выполненных в Днепропетровском филиале ВНИПИ систем автоматизации и управления; экране коллективного пользования /ЭКП/, выпускаемого по индивидуальным заказам опытным производством Днепропетровского филиала СКБ "СоюзВУЗприбор"; дисплеем микропроцессорного контроллера /димиконт/, разработки НИИ Теплоприбор /г. Москва/, серийный выпуск которого запланирован на 1990 г.; учебном процессе по дисциплине "САПР технологических процессов" в Днепропетровском металлургическом институте.

Общий экономический эффект от внедрения результатов диссертационной работы превышает 80 тыс. руб. в год и подтвержден соответствующими актами.

Апробация работы. Результаты и основные положения диссертационной работы докладывались на 19-ом совещании секции специалистов № 1 Совета главных конструкторов СМ ЭВМ межправительственной комиссии по сотрудничеству социалистических стран в области вычислительной техники, г. Волгоград, 1983 г.; семинарах Научного совета

по проблеме "Кибернетика" АН УССР, г.Днепропетровск, 1982, 1983гг.; Всесоюзном семинаре "Оптимизация сложных систем", г.Винница, 1983г.; Отраслевой научно-технической конференции "Достижения отечественной электроники в области средств и систем отображения информации", г.Москва, 1986 г.; Всесоюзном научно-практическом семинаре "Опыт использования распределенных систем управления технологическими процессами и производством", г.Новокузнецк, 1986 г.; Всесоюзной научно-технической конференции "Создание автоматизированных рабочих мест управленческого персонала на мини- и микро-ЭВМ", г.Томск, 1986 г.; Всесоюзной научно-технической конференции "Образное представление данных в управлении и научных исследованиях", г.Грозный, 1987 г.; Республиканских научно-технических конференциях "Опыт применения микропроцессорной техники при автоматизации технологических процессов на предприятиях черной металлургии", г.Днепропетровск, 1986, 1987, 1988 г.г.

Публикации. По результатам выполненных исследований опубликовано 18 работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений, изложенных на 180 стр., включая 17 рисунков, библиографию из 175 названий и приложений на 5 стр.

П. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрена организационно-технологическая система управления предприятием производства стали и дана ее характеристика.

Показана целесообразность разработки ЧМ образного анализа нечетких ситуаций, осуществляемого на базе взаимодействия ЛПР-ЭВМ, при котором ЭВМ представляет нечеткое множество сведений в виде визуального образа текущей ситуации, а ЛПР осуществляет распознавание и определяет ход решения задачи. Для организации такого взаимодействия необходимо представить знания и данные о текущих ситуациях с учетом их качественных характеристик в виде визуальных образов текущих ситуаций.

Установлено, что требованиям ЧМ образного анализа наиболее полно отвечают фреймовая методология представления знаний, формализация качественных характеристик при помощи функции принадлежности и отображение информации в виде образных представлений.

Оценка эффективности ЧМ образного анализа осуществляется посредством определения времени реакции системы управления - T_p :

$$T_p = \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{j=1}^m t_j, \quad (I)$$

где $\sum_{i=1}^n t_i$ - время задержки информации в n машинных звеньях системы управления;
 $\sum_{j=1}^m t_j$ - время задержки реакции человека, определяемое m составляющими.

Анализ составляющих $\sum_{j=1}^m t_j$ показал, что $\sum_{j=1}^m t_j \rightarrow \min$, если исходную информацию сконцентрировать и представить в виде легко распознаваемого единого целостного визуального образа текущей ситуации. Поэтому центральным вопросом ЧМ образного анализа является создание визуальных образов текущих ситуаций.

Вторая глава посвящена моделированию, обеспечивающему ЧМ образный анализ нечетких ситуаций.

В основу моделирования положено сочетание принципов ситуационного управления и образного анализа данных.

Представление сущности нечеткой ситуации посредством сети фреймов предполагает, что каждая ситуация характеризуется совокупностью интегральных признаков и свойств, которые можно описать более простыми характеристиками. Дальнейшая детализация и уточнение каждой характеристики в конечном итоге приводит к тому, что нечеткая ситуация описывается множеством информационных элементов, обеспечивающих однозначное / не нечеткое / отражение сущности.

Информационный элемент имеет однозначное трактование и является в каждом конкретном случае моделирования первичным элементом иерархической структуры семантического представления ситуации - мультиграфа $M = (\mathcal{E}, R)$, в котором вершинам соответствуют информационные элементы $\mathcal{E}_i \in \mathcal{E}$, а ребрам $z \in R$ отношения между ними. При этом первичные элементы $\mathcal{E}_i^1$ образуют более сложные $\mathcal{E}_i^2$, $\mathcal{E}_i^3$ и т.д. вплоть до наиболее общих элементов $\mathcal{E}_i^k$, которые в естественном языке классифицируются как нечеткие ситуации с общим названием / концептом /, например, целевая, опорная, аварийная и т.п.

Под нечеткой ситуацией понимается ситуация S , описываемая нечетким множеством $S = \{\mathcal{E}_i, \mu_S(\mathcal{E}_i)\}$, в котором $\mu_S(\mathcal{E}_i)$ является степенью принадлежности $\mathcal{E}_i$ к S .

Ситуации подразделяются на классы на основании определения степени близости анализируемых ситуаций. Рассмотрим представления Q экспертов о нечетких ситуациях S^1 и S^2 , которые представлены в виде графов $M_q^{S^1} = (\mathcal{E}_q^{S^1}, R_q^{S^1})$, $M_q^{S^2} = (\mathcal{E}_q^{S^2}, R_q^{S^2})$, $q = \overline{1, Q}$, в которых $\mathcal{E}_q^{S^1} \subset \mathcal{E}$, $\mathcal{E}_q^{S^2} \subset \mathcal{E}$, $R_q^{S^1} \subset R$, $R_q^{S^2} \subset R$, а $\bigcup_{q=1}^Q \mathcal{E}_q^{S^1} = \{\mathcal{E}_i\}_{i=1}^n$, $\bigcup_{q=1}^Q \mathcal{E}_q^{S^2} = \{\mathcal{E}_j\}_{j=1}^m$.

Если $\{\mathcal{E}_i\}_{i=1}^n \cap \{\mathcal{E}_j\}_{j=1}^m = X$, то информация - I , содержащаяся

в $X \subset \mathcal{E}$, используемом для описания как S^1 , так и S^2 .

Соответственно I может применяться для определения степени близости ситуаций путем определения частот - V_i, V_j, V_{ij} :

$$V_i = q_i/Q, V_j = q_j/Q, V_{ij} = q_{ij}/Q, \quad (2)$$

где Q - количество анализируемых графов $M_q^{S^1}, M_q^{S^2}, q = \overline{1, Q}$;

q_i - суммарное количество использования элемента $\mathcal{E}_i$ в Q описаниях S^1 , представленных множеством $\{\mathcal{E}_i\}_{i=1}^n$;

q_j - суммарное количество использования элемента $\mathcal{E}_j$ в Q описаниях S^2 , представленных множеством $\{\mathcal{E}_j\}_{j=1}^m$;

q_{ij} - суммарное количество использования элементов $\mathcal{E}_i$ и $\mathcal{E}_j$ при совместном анализе описаний S^1 и S^2 , представленных множествами $\{\mathcal{E}_i\}_{i=1}^n, \{\mathcal{E}_j\}_{j=1}^m$.

На основании значений V определяются количества информации, содержащиеся в Q описаниях S^1 и S^2 , а также в их совместном описании:

$$I^{S^1} = - \sum_{i=1}^n V_i \log_2 V_i, \quad (3)$$

$$I^{S^2} = - \sum_{j=1}^m V_j \log_2 V_j, \quad (4)$$

$$I^{S^1 S^2} = - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m V_{ij} \log_2 V_{ij}. \quad (5)$$

Если Q описаний S^1 и S^2 не содержат I , то $I^{S^1 S^2} = I^{S^1} + I^{S^2}$.
Следовательно: $I = I^{S^1} + I^{S^2} - I^{S^1 S^2}$.

Тогда степень близости рассматриваемых ситуаций - $\mu(S^1, S^2)$ и степень принадлежности $\mu\{\mathcal{E}_i\}_{i=1}^n(\mathcal{E}_j)$ и $\mu\{\mathcal{E}_j\}_{j=1}^m(\mathcal{E}_i)$ определяются:

$$\mu(S^1, S^2) = I / I^{S^1 S^2}, \quad 0 \leq \mu(S^1, S^2) \leq 1; \quad (6)$$

$$\mu\{\mathcal{E}_i\}_{i=1}^n(\mathcal{E}_j) = I / I^{S^1}, \quad 0 \leq \mu\{\mathcal{E}_i\}_{i=1}^n(\mathcal{E}_j) \leq 1; \quad (7)$$

$$\mu\{\mathcal{E}_j\}_{j=1}^m(\mathcal{E}_i) = I / I^{S^2}, \quad 0 \leq \mu\{\mathcal{E}_j\}_{j=1}^m(\mathcal{E}_i) \leq 1. \quad (8)$$

Объективизация описаний достигается в результате задания пороговых значений для $\mu(S^1, S^2)$ и $\mu\{\mathcal{E}_i\}_{i=1}^n(\mathcal{E}_j), \mu\{\mathcal{E}_j\}_{j=1}^m(\mathcal{E}_i)$, определяемых экспертным путем, и последующего исключения описаний S^1, S^2 и элементов $\mathcal{E}_i, \mathcal{E}_j$ не удовлетворяющим этим значениям. Это позволяет выделить фрейм каждого класса ситуаций, в соответствии с которым вырабатывается управляющее воздействие. При невозможности автоматической выработки управляющих воздействий фрейм каждого класса ситуаций отображается в виде визуального образа, облегчающего анализ в диалоговом режиме. При этом соблюдаются следующие эргатические

принципы облегчающие распознавание: целостность, естественность, симметричность, оцениваемость, проверяемость, активность.

Для реализации отображения ситуаций в виде визуальных образов соблюдаются следующие системотехнические принципы: структурированность, связанность, вложенность, регулярность, динамичность, открытость, универсальность.

Кроме того, облегчение распознавания достигается использованием опознавательного эталона, позволяющего производить целостное распознавание и оценку текущей ситуации.

Показано, что условиям выбора опознавательного эталона при принятии оперативных решений наиболее полно отвечает образ целевой ситуации, представленный в виде окружности.

При этом образ текущей ситуации - J представляется замкнутой кривой - деформированной окружностью, описываемой функционалом - F по некоторому множеству функций: $J = F(X, Y, Z, T)$, в котором функции $x_1 = f_1(x_1, y_1)$, $x_2 = f_2(x_2, y_2)$, ..., $x_n = f_n(x_n, y_n)$, $y_1 = f_1(x_1, y_1)$, $y_2 = f_2(x_2, y_2)$, ..., $y_n = f_n(x_n, y_n)$ - отражают пространственный аспект; $z_1 = f_1(x_1, y_1)$, $z_2 = f_2(x_2, y_2)$, ..., $z_n = f_n(x_n, y_n)$ - содержательный аспект; $T = f(t_1, t_2, \dots, t_n)$ - временной аспект координации фрагментов изображения образа на плоскости в зависимости от координат адреса x, y .

Разработанная ДИМ отображения и образного анализа ситуаций, ориентирована на методы принятия решений в задачах с многими целевыми функциями. При этом текущая ситуация S оценивается по целевым функциям $f_\ell(a)$, $\ell = 1, L$ на основании некоторых критериев Γ_ℓ .

Значение $f_\ell(a)$ допустимого действия a , $a \in A$, представляет его ценность для ЛПР. С каждым действием a связана оценка последствий $\gamma_\ell(a)$ действия a . В итоге выделены множество оценок целевой ситуации - E^4 и множество оценок текущей ситуации - E^T . Об отклонении текущей ситуации от целевой судят по множеству оценок $E^T \setminus E^4$. При этом L целевых функций приводятся к одной шкале измерения, а текущая ситуация S оценивается целевой функцией $\tilde{F}(a)$:

$$\tilde{F}(a) = \sum_{\ell=1}^L f_\ell(a) = \sum_{\ell=1}^L p_\ell [\gamma_\ell(a)], \quad \sum_{\ell=1}^L p_\ell = 1, \quad (9)$$

где p_ℓ весовой коэффициент Γ_ℓ .

Для геометрической интерпретации $\tilde{F}(a)$ предложена формальная грамматика - $G = \langle V_T, V_A, S, P \rangle$ языка визуальных образов, в которой заданы:

1. Конечное множество символов V_T - терминальный словарь.

$$V_T = E \cup P, \quad E = E^4 \cup E^T, \quad p_\ell \in P. \quad (10)$$

2. Конечное множество символов V_A - нетерминальный словарь.

$$V_A = \{\varphi_0, \varphi_1, \dots, \varphi_t\}. \quad (I1)$$

3. Аксиома. $\rho = \rho_0^\circ, \vartheta \in V_A$.

Аксиоме соответствует некоторая точка O на плоскости.

4. Конечное множество правил вывода - ρ :

4.1. Исходная посылка. $\vartheta \rightarrow \rho_i^\circ, 1 \leq i \leq N$.

Исходная посылка построения грамматики представляет собой угол на плоскости размера 2π , образованный лучом T_0 , проведенным из точки отсчета O .

4.2. Разбиение.

$$\rho_i^j \rightarrow \rho_k^j, \rho_e^j; 0 \leq j \leq M, 1 \leq i, k, e \leq N^j. \quad (I2)$$

Угол на плоскости разбивается на два угла некоторым лучом T_i , проведенным из точки отсчета O .

4.3. Замыкание.

$$\rho_i^j \rightarrow z_i^j, u_i^j; 0 \leq j \leq M, 1 \leq i \leq N^j. \quad (I3)$$

Строится дуга u_i^j радиуса z_i^j с образованием сектора - z_i^j, u_i^j .

При этом $\rho_i \rightarrow u_i^j, \gamma_i(a) \rightarrow z_i^j$.

4.4. Развертывание.

$$z_i^j, u_i^j \rightarrow z_{i,1}^{j-1}, u_{i,1}^{j-1}, z_{i,2}^{j-1}, u_{i,2}^{j-1}, \dots, z_{i,\Omega}^{j-1}, u_{i,\Omega}^{j-1} = \tau, \Omega = 2^j. \quad (I4)$$

Сектор z_i^j, u_i^j развертывается в терминальную цепочку - $\tau, \sum_{\Omega=1}^{\Omega} u_{i,\Omega}^{j-1} = 2\pi$.

4.5. Свертывание.

$$z_{i,1}^{j-1}, u_{i,1}^{j-1}, z_{i,2}^{j-1}, u_{i,2}^{j-1}, \dots, z_{i,\Omega}^{j-1}, u_{i,\Omega}^{j-1} \rightarrow z_i^j, u_i^j. \quad (I5)$$

Терминальная цепочка τ свертывается в z_i^j, u_i^j ; $u_i^j < 2\pi$.

Визуальным аналогом цепочек τ грамматики образов являются замкнутые кривые, состоящие из концентрических дуг. На рис. 1 представлено типичное "слово-образ" предложенной грамматики.

Каждый терминальный символ однозначно задается кодом индекса и содержит всю генеалогию иерархической структуры описаний образов ситуаций. Связанность, структурированность и вложенность информационных элементов обеспечивают регулярность использования конечного алфавита фрагментов изображений $\{u_i^j, z_i^j\}$ из которых составляются визуальные образы ситуаций - $\tilde{J}$. Процесс формирования $\tilde{J}$ осуществляется в соответствии с правилами - $\tilde{B}$, устанавливающими взаимнооднозначность множества $\{u_i^j, z_i^j\}$ множеству интерпретируемых значений $\{\rho_e, \gamma_e(a)\}$. В соответствии с правилами интерпретации $\tilde{V}_A$ некоторой совокупности $\tilde{V}_T$ отвечает значение $\tilde{J}$, что обеспечивает создание языка визуальных образов $L(G) = \langle \tilde{V}_T, \tilde{V}_A, \tilde{B}, \tilde{J} \rangle$ вне зависимос-

ти от объекта управления и рассматриваемых ситуаций. Это имеет первостепенное значение, т.к. произвольные типы изображений снижают естественность, затрудняют распознавание и требуют разнообразных процедур обработки информации, влекущих усложнение управления отображением и увеличение времени реакции системы.

Основу ДИМ образного анализа ситуаций составляют образ текущей ситуации, образ целевой ситуации / опознавательный эталон / и окружности оценок, соответствующие лингвистическим переменным "хорошо", "удовлетворительно", "плохо" с учетом знака отклонения. При этом дуги образа текущей ситуации и окружности оценок концентричны окружности опознавательного эталона. Внутри каждого сектора указывается код соответствующего терминального символа. Облегчение распознавания образа текущей ситуации, наряду с применением опознавательного эталона, окружностей оценок и кода индекса, достигается использованием ряда вспомогательных признаков - порядка расположения дуг, мерцания дуг, отображения образов опорных ситуаций, цвета, толщины линий и т.п.

Степень отклонения текущей ситуации от целевой характеризуется выражением:

$$\Delta S = \sum_{i=1}^n \frac{\pi u_i}{180} \{ | [\gamma_i(a)]^2 - 1 | \}. \quad (16)$$

Тенденция ее изменения определяется при одновременном отображении образов текущей и предыдущей ситуаций. При совпадении текущей ситуации с одним из образов опорных ситуаций дополнительно отображаются возможные альтернативы принятия решений.

Блок-схема алгоритма поддержки принятия решений при помощи ДИМ включает следующие шаги:

Шаг 1. Отображение образа $\mathcal{E}_i^K$.

Шаг 2. Визуальный образный анализ $\mathcal{E}_i^K$.

Цель процедуры - принятие решения.

Шаг 3. При наличии удовлетворительного варианта решения осуществляется принятие решения, при отсутствии - определение направления анализа и отображение образа $\mathcal{E}_i^{K-1}$ с переходом на шаг 2.

Итерации шагов 2 и 3 позволяют оперативно, методом скорейшего спуска по экстремальным значениям целевых функций, проанализировать текущие ситуации и принять соответствующие решения.

При этом эффективность использования ДИМ при увеличении количества контролируемых данных - $\sqrt{N}$ возрастает за счет уменьшения составляющей $\sum_{j=1}^M t_j$ (I) и частичной автоматизации процесса принятия решений, что создает предпосылки для повышения производительности труда ЛПР.

Графики зависимости $\sum_{j=1}^m t_j$ от N приведены на рис. 2.

В третьей главе рассмотрено картографическое моделирование образов ситуаций для поддержки принятия коллективных решений.

Разработана методика картографического представления информации коллективу лиц и блок-схема алгоритма чтения картографического образа /КО/. При этом информация, подлежащая отображению, разделена на два вида. К первому виду относится информация, управление отображением которой осуществляется автоматически в зависимости от складывающейся обстановки. Ко второму виду относится информация, управление которой ЭВМ в силу ряда причин невозможно. Подготовка такой информации, ввод ее в ЭВМ осуществляется оператором согласно сценарию отображения информации. Развитие такого сценария планируется, но предусмотрена возможность отображения справочной информации по ходу сценария. Это позволяет конкретизировать вырабатываемое коллективное решение необходимой информацией, повышая его обоснованность, и оставляя процесс выработки решения открытым для каждого участника.

Исследованы возможности КО. Показано, что к достоинствам КО относятся: возможность построения комплексного образа организационно-технологической обстановки с требуемой полнотой и степенью детализации; простота учета и отображения в виде знаков любых, как количественных, так и качественных факторов; динамичность КО; возможность использования игрового подхода при выработке решений.

Предложена знаковая система представления КО. Ее техническая реализация предусматривает отображение графических примитивов в пределах участков раstra фиксированных размеров.

Информативность элемента индикации - q зависит от размеров участка раstra /см. рис. 3/ и определяется выражением:

$$q = I_f / I_{max}, \quad (I7)$$

где I_f - фактическое количество информации, получаемое с участка раstra;

I_{max} - максимальное количество информации, которое можно получить с участка раstra.

Определение рациональных размеров участка раstra ЭИП для построения графических примитивов связано с нахождением компромисса между исключаящими друг друга факторами: максимальной информативностью элемента индикации, достаточной различимостью знаковой системы, простотой технической реализации.

Установлено, что рациональным является участок раstra раз-

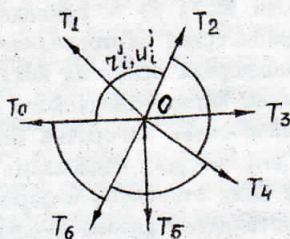


Рис. 1. Типичное "слово-образ"

$$\sum_{j=1}^m t_j, c$$

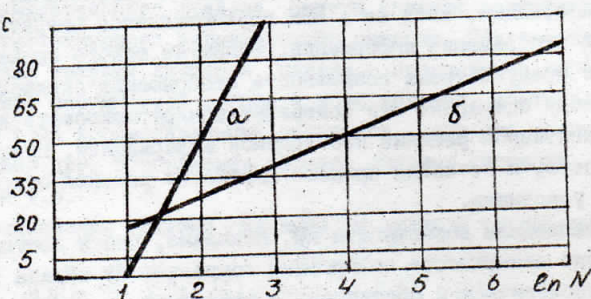


Рис. 2. Графики зависимости $\sum_{j=1}^m t_j$ от количества данных:
 а - при представлении информации в виде таблиц;
 б - при представлении информации в виде ДИМ

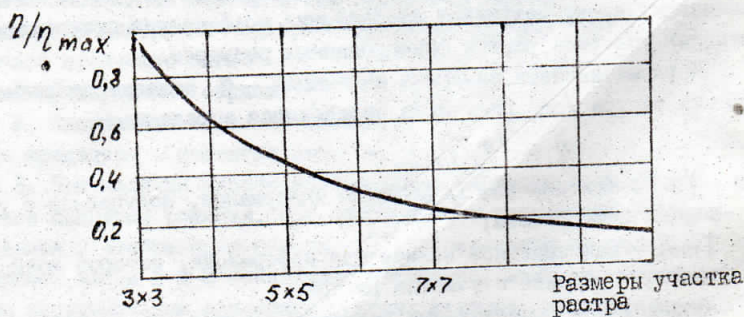


Рис. 3. График зависимости информативности элемента индикации от размеров участка раstra

мерами 8 x 8 элементов индикации.

Определены неделимые фрагменты знаковой системы - графические примитивы: горизонталь, вертикаль, диагональ, четверть окружности.

Предложена формальная грамматика графических примитивов для построения КО. Основные элементы этой грамматики аналогичны положениям (10) - (15).

Показано, что предложенные грамматики являются контекстно-свободными, порождают рекурсивно перечислимый язык и могут быть реализованы посредством создания автомата с магазинной памятью. Это предопределяет возможность создания эффективных устройств ЧМ образного анализа текущих ситуаций.

В четвертой главе рассмотрены практические вопросы аппаратной реализации формальных грамматик языка визуальных образов при разработке ЭКП и димиконта; использование разработанных методов, моделей, алгоритмов и технических средств при создании распределенной АСУТП непрерывной разливки стали, ПОК АРМ-У и в САПР.

Предложена функциональная схема ЭКП, в котором построение образов осуществляется с использованием полученных теоретических результатов. Управление отображением информации осуществляется согласно грамматике графических примитивов, позволяющей формировать КО текущих ситуаций. В основе знакогенерации лежит использование ПИЗУ. Записанная в нем информация соответствует выбранному набору графических примитивов.

По результатам исследований выполнена разработка ЭКП, который изготавливается по индивидуальным заказам опытным производством ДФ СКБ "СовзВУЗприбор" / г. Днепропетровск /.

Аналогичный подход использован и при создании димиконта технологического программирования, разработки НИИтеплоприбор / г. Москва /. Разработке знакогенератора специальных символов и штатных программ технологического программирования предшествует задача создания алфавита знаковой системы, позволяющей охватить широкий класс объектов при применении одних и тех же процедур программирования и управления отображением информации. Формальная грамматика (10) - (15) удовлетворяет этому требованию и используется в димиконте как составная часть библиотеки штатных программ и алфавита символов, позволяющих реализовать ДИМ образного анализа текущих ситуаций.

Показано использование разработанных методов, моделей, алгоритмов и технических средств при создании распределенной АСУТП

непрерывной разливки стали. Реализация посредством димиконта ДИМ образного анализа текущих ситуаций позволяет "сжать" информацию о контролируемых параметрах /контролю подлежит свыше 2 тысяч параметров/, что обеспечивает уменьшение $\sum_{j=1}^m t_j$, снижает аппаратную избыточность технических средств, повышает надежность.

Рассмотрена реализация разработанных методов, моделей, алгоритмов и технических средств при проектировании ПОК АРМ-У, в функциональной структуре которого выделены подсистемы поддержки принятия индивидуальных и коллективных решений. При этом в основу создания модели общения ЛПР-ЭВМ в подсистеме поддержки принятия индивидуальных решений положена ДИМ ЧМ образного анализа ситуаций. В основу создания подсистемы поддержки принятия коллективных решений положена методика картографического моделирования с отображением КО на разработанном специально для этой цели ЭКП.

Показана возможность использования образных представлений и последовательности процедур ЧМ образного анализа в САПР, когда представить результат проектирования в виде проекции или аксинометрии невозможно.

В заключении сформулированы основные результаты работы.

В приложении приведены документы, подтверждающие внедрение полученных в диссертации результатов.

III. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

1. Показано, что концентрация информации в виде легко распознаваемого единого целостного визуального образа текущей ситуации позволяет освободить ЛПР от обнаружения и распознавания аддитивных признаков ситуации, их оценки, обобщения, свертывания и др. промежуточных операций принятия решений, что позволяет уменьшить время реакции системы управления.

2. Предложен ЧМ образный анализ нечетких ситуаций для поддержки принятия оперативных решений в условиях неопределенности, сочетающий принципы ситуационного управления и образного анализа данных.

3. Установлено, что требованиям ЧМ образного анализа нечетких ситуаций наиболее полно отвечают фреймовая методология представления знаний, формализация качественных характеристик при помощи функции принадлежности и отображения информации в виде образных представлений.

4. Получены аналитические выражения определения степени близости нечетких ситуаций и степени принадлежности информационных элементов нечетких ситуаций, позволяющие объективизировать представления экспертов при моделировании фреймов ситуаций.

5. Выработаны основные методические принципы отображения образов целевой и текущей ситуаций.

6. Разработан способ моделирования иерархической структуры информационных элементов с выделением в ней фреймов нечетких ситуаций, отображаемых в виде визуальных образов.

7. Создана формальная грамматика языка визуальных образов.

8. Разработан и исследован метод образного отображения и анализа нечетких ситуаций для поддержки принятия индивидуальных решений, позволяющий осуществлять оперативный поиск, целостное распознавание, анализ и оценку текущих ситуаций.

9. Разработан и исследован метод образного отображения и анализа нечетких ситуаций для поддержки принятия коллективных решений.

10. Выявлены графические примитивы знаковой системы картографического моделирования и рациональный размер участков раstra для их отображения при создании ЭКП.

11. Результаты диссертационной работы внедрены в ЭКП, димиконте, АСУТП непрерывной разливки стали конвертерного цеха Мариупольского меткомбината им. Ильича, ПОК АРМ-У, а так же в учебном процессе в Днепропетровском металлургическом институте.

По теме диссертации опубликовано 18 работ. Основными работами являются:

1. Кожурин Ф.Д., Бабенко Е.Я., Просняник А.В. Проблемы построения проблемно-ориентированного комплекса работника аппарата управления. - Киев, 1984. - 25 с. (Препринт/ АН УССР, Ин-т кибернетики; 84-13).

2. Знакографический модуль индикационный для построения экранов коллективного пользования в АСУ / Ф.Д. Кожурин, Е.Я. Бабенко, А.В. Просняник и др. // УС и М. - 1984. - № 4. - С.117-119.

3. Просняник А.В., Журавкин Г.И. Об одном методе принятия решений / Днепропетр. гос. ун-т. - Днепропетровск, 1984. - 19 с. - Деп. в ВИНТИ 27.II.84, № 6868 деп.

4. Журавкин Г.И., Просняник А.В. Система отображения информации картографического типа для выработки коллективных управленческих решений / Днепропетр. гос. ун-т. - Днепропетровск, 1985. - 10 с. Деп. в ВИНТИ 18.02.85, № 7691-В 85.

5. Маматов В.П., Просяник А.В. Основные принципы отображения информации образного анализа данных посредством дисплейного микропроцессорного контроллера // Сб. ДСП: Электроника и системы управления. - Серия 9, вып. I. - М.: ЦНИИ "Электроника", 1986. - С.17-19.

6. Просяник А.В., Бабенко Е.Я., Авраменко В.П. Методологические аспекты создания АРМ-У и их техническая реализация // Тез. докл. Всесоюз. научно-тех. конф. Создание автоматизированных рабочих мест управленческого персонала на базе мини- и микро-ЭВМ. - Томск. - 1986. - С. 7 - 8.

7. Просяник А.В. Образное представление данных в ситуационном управлении // Тез. докл. Всесоюз. научно-тех. конф. Образное представление данных в управлении и научных исследованиях. - М. - 1987. - С. 40 - 41.

8. Просяник А.В. Картографическое представление информации в системах выработки коллективных решений // Там же. - С. 84.

9. Бабенко Е.Я., Просяник А.В., Сергеев Л.П. К вопросу создания организационно-технологических систем управления с децентрализованной обработкой информации // Тез. докл. респуб. научно-тех. конф. Опыт применения микропроцессорной техники при автоматизации технологических процессов на предприятиях черной металлургии. - Днепропетровск. - 1988. - С. 53 - 55.

10. Распределенная АСУТП непрерывной разливки стали / В.П. Маматов, А.В. Просяник, Г.А. Кац, А.А. Ярышев // Механизация и автоматизация управления. - 1989. - № 1. - С. 26 - 28.

11. Применение метода образного представления результатов для оценки качества проектных решений в САПР / Гаран В.И., Друян В.М., Просяник А.В., Оргеленас А.В. // Сб.: Автоматизация проектирования в металлургии. - 1989. - Вып. 2. - С. 21 - 26.

Аннотация

Ответственный за издание С.Н.Гринченко

Подписано в печать 3.08.89г.

Формат 60х84/16. Бумага писчая. Печать плоская.

Усл.печ.л. 0,93. Усл.кр.отт. 0,93. Тираж 100 экз.

Заказ № 362. Заказное. Бесплатно.

Городская типография. 320070, г.Днепропетровск, ул.Серова, 7