

## ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОТАЦИИ УНИФИЦИРОВАННОГО ГРАФИЧЕСКОГО ВОПЛОЩЕНИЯ АКТИВНОСТИ (UGVA)

В.А. Углев

uglev-v@yandex.ru

СФУ, г. Красноярск, Российская Федерация

---

### Аннотация

Рассмотрена проблема графического сопровождения процессов принятия решений при работе с множеством сложных многопараметрических объектов, требующих сравнения. Отмечены сложности процесса визуализации, когда необходимо объект отображать в динамике, делая акцент на его активности, и объединять категории прошлого, настоящего и будущего (модель афферентного синтеза по Анохину П.К.). Описаны предпосылки и генезис появления нотации унифицированного графического воплощения активности (UGVA — Unified Graphic Visualization of Activity), являющейся развитием известного метода «Лица Чернова». Описаны этапы реализации методики формирования антропоморфных образов для визуализации сложных многопараметрических объектов в UGVA. Приведены примеры наборов образов, где в качестве объектов для сравнения выбраны учебные планы, успеваемость студентов, паспорта проектов и деятельность сотрудников на рабочем месте. Предложены методические обобщения, позволяющие системно подойти к выбору варианта визуализации антропоморфных образов, учитывая специфику декомпозиции информации на осях данных и типы симметрирования. Приведена система кодирования различных вариантов образов в UGVA, использующая сочетание букв латинского и греческого алфавитов

### Ключевые слова

*Принятие решений, когнитивная визуализация, Graph Mining, метод «Лица Чернова», афферентный синтез, нотация UGVA*

Поступила 20.06.2022

Принята 01.07.2022

© Автор(ы), 2023

---

**Введение.** Анализ структуры и динамики поведения сложных многопараметрических объектов всегда сопряжен с необходимостью свертывания информации. В задачах оценки состояния, отслеживания изменений (мониторинга) и сравнения таких объектов между собой важно не только

компактно описать объекты анализа, но и сделать их доступными для интерпретации лицу, принимающему решение (ЛПР). Как показывает практика, результативность интерпретации данных значительно повышается, когда применяются средства когнитивной визуализации [1, 2]. В современной практике Graph Mining [3], как разделе искусственного интеллекта, имеется класс графических нотаций, позволяющий ЛПР ускорить процесс принятия решений.

Сопоставление наиболее распространенных графических нотаций для сравнения множества сложных объектов приведено в табл. 1, особый интерес представляет метод «Лица Чернова» [4]. В основном эти нотации ориентированы на статические объекты (текущее состояние), обобщенные в пространствах малой размерности, или предметное описание какого-либо одного объекта. Если для исходного объекта описание динамики (активности) важно наравне с его структурной составляющей, то такие данные визуализировать без использования анимации становится затруднительно.

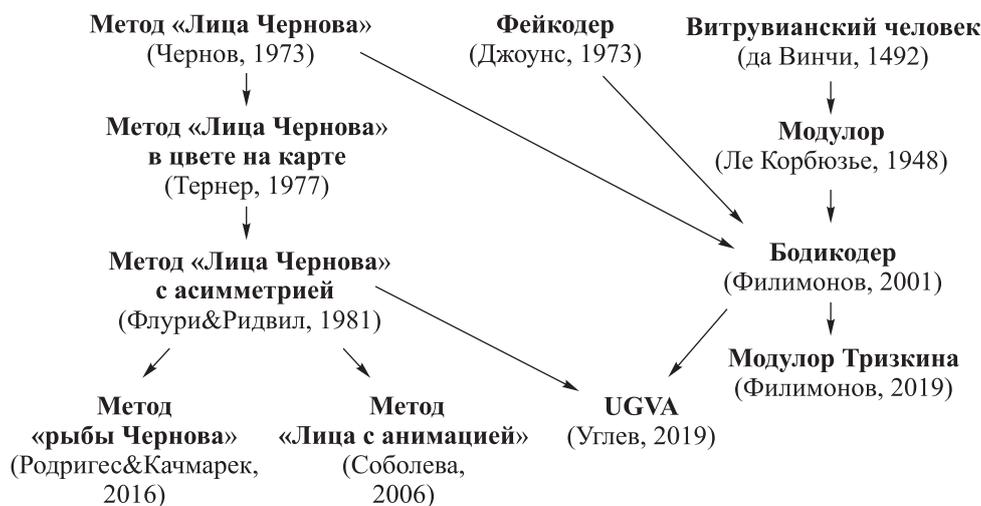
Таблица 1

## Сравнение методов визуализации множества объектов

Метод когнитивной визуализации	Свертывание к плоскому изображению	Отображение множества объектов	Скорость интерпретации	Отображение структуры	Отображение активности
Мнемосхемы (например, ГОСТ 21480–76*)	+	–	+	+	+
Графические онтологии / семантические сети / mind-maps / концептуальные карты [5]	+	–	+	+	+/-
Кластеризация [3]	+	+	+/-	–	–
Картирование в пространстве малой размерности ([6] и аналоги)	+	+	+/-	–	–
Абстрактная пиктографика (включая дашборды [7])	+	–	+/-	+/-	–
«Лица Чернова» [4]	+	+	+	+	–

\* ГОСТ 21480–76. Система «Человек–Машина». Мнемосхемы. Общие эргономические требования. М., Изд-во стандартов, 1981.

Когнитивная визуализация ориентирована на то, чтобы ЛПР мог быстро интерпретировать и оценить состояние сложного объекта или их множества, опираясь на образное мышление. Выявлено [4], что, в отличие от абстрактных образов, человек наиболее чувствительно распознает различия между теми объектами, которыми он был окружен в процессе эволюции — лицами себе подобных. Поэтому оригинальный метод «Лица Чернова» является системой кодирования данных о сложном многопараметрическом объекте в виде человеческого лица, имеющего ось симметрии, позволяющий отображать количественные и качественные показатели (до 18 параметров при соблюдении вертикальной симметрии и вдвое больше без нее [8]). Метод впоследствии подвергался усовершенствованию за счет наложения цветовой маркировки [9], анимирования недетерминированных параметров [10], отказа от кодирования многих признаков и концентрации на эмоции, как интегральной оценке состояния всего объекта [11], отказа от формы лица в пользу иных биологических форм (например, [12]). Преемственность этих методов можно проследить на схеме, приведенной на рис. 1 (элементы слева).



**Рис. 1.** Дивергенция идей, лежащих в основе методов пиктографики относительно нотации UGVA

Сложность использования метода «Лица Чернова» в первую очередь заключается в его эстетической стороне: сильные диспропорции или отсутствие отдельных элементов образа разрушают целостное восприятие объекта [13]. Вариантом преодоления этого ограничения стало предложенное Филимоновым В.А. [14] расширение образа до человеческой фигуры, опираясь на бионические принципы построения тела (идеи Homo vitruvianus

Леонардо да Винчи и система пропорционирования Модуло Ле Корбюзье [15]), и включение в образ цельной осмысленной эмоции Джоунса [11] (см. рис. 1, элементы справа). Преимуществами указанного метода стали дополнительные оси симметрии [14], разделение параметрической (тело) и оценочной (лицо) зон образа, возможность наложения дополнительных артефактов под специфику задачи принятия решений, а также повышение степени принятия образа даже при наличии сильных диспропорций. Но такой образ по-прежнему фиксировал статическую структуру объекта, что не решило проблему включения в него аспекта активности.

Следует пояснить важность учета показателей активности в составе образа и их роли в процессе принятия решений. Принятие решений человеком, согласно теории функциональных систем Анохина П.К. [16], базируется на механизме афферентного синтеза, объединяющего опыт (память), параметры текущей ситуации (обстановочную афферентацию) и целевые установки (доминирующую мотивацию). Несколько упрощенная схема афферентного синтеза [17] приведена на рис. 2. Триединство рассмотрения аспектов прошлого, настоящего и будущего позволяет комплексно описать исходные данные для задачи принятия решений в рамках единой логики.

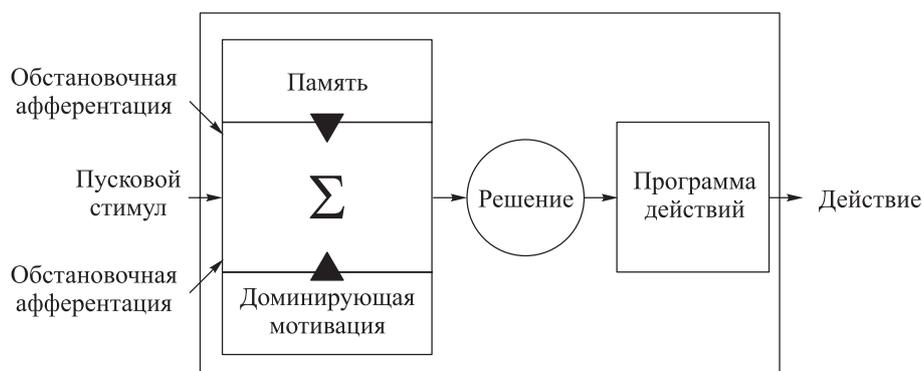


Рис. 2. Афферентный синтез (процесс принятия решений)

**Нотация UGVA.** Усовершенствование метода Филимонова предложено в [18] — нотация унифицированного графического воплощения активности UGVA (Unified Graphic Visualization of Activity), т. е. визуальное представление профиля сложного многопараметрического объекта, выраженного в виде антропоморфного образа, с целью показать особенности его структурно-функциональных параметров и быстро сравнить такие профили между собой. В ее основе лежит образ человеческой фигуры, которая синтезируется и отрисовывается с учетом первичных или

обобщенных значений ключевых параметров объекта-оригинала и на которую накладываются данные, практически полезные для принятия тех или иных решений. Укрупненные этапы формирования образа можно представить в виде следующей последовательности действий.

1. Определение основных характеристик задачи принятия решений, включая выявление следующих акцентов:

- предпочтительный аспект анализа (структурный, функциональный, смешанный);
- симметрирование базового образа (билатеральная, аксиальная, смешанная симметрия [19]);
- кодирование в образе ременных структур (прямое отображение, косвенное отображение, отсутствует);
- оси отображения данных (простые, составные);
- специализация образа (отраслевая, общая);
- природа расширения антропоморфного образа (антропоморфизм и его сочетания с элементами зооморфизма, техноморфизма, мифоморфизма и др. [20]).

2. Постановка задачи принятия решений с выделением критериального пространства для описания объектов сравнения, а также выделение ключевых групп  $S_p$  этих критериев [21].

3. Приведение морфологии базового образа к специфике задачи (частный образ), выделение зон и страт для анализа, а также установление соответствия между параметрами элементов образа и значениями групп  $S_p$  (сюда же можно отнести возможность различного кодирования отдельных частей образа в зависимости от значений целевого критерия).

4. Сбор для объектов-оригиналов первичных значений показателей и/или их экспертных мнений  $x_{pj}$  в целях оценки значения вклада в каждый элемент образа  $K_{pm}$  по формуле

$$K_{pm} = \sum_j \left( x_{pj} \prod_i \beta_{ij} \right); \quad K_p = \sum_p K_{ps} \alpha_m, \quad (1)$$

где  $i, j, p$  — счетчики;  $\alpha, \beta$  — параметры и масштабирующие коэффициенты, специфичные для конкретной задачи принятия решений;  $m$  — типы структурных групп  $S_p$ .

5. Расчет интегральных показателей (например, сбалансированности, согласованности, устойчивости), позволяющих комплексно оценить объект-оригинал и отобразить соответствующую этой оценке эмоцию в предназначенной для этого части образа.

6. Наложение на образ дополнительных значений в виде артефактов, подчеркивающих специфику генезиса отдельных экземпляров объектов-оригиналов.

7. Наложение на образ цветовой маркировки (например, в виде тепловой карты), демонстрирующей текущие (оперативные) значения тех параметров, которым соответствуют различные части образа.

8. Синтез антропоморфного образа в нотации UGVA для каждого обследуемого объекта-оригинала.

9. Сведение множества образов в единую карту, комплексно отображающую совокупность сравниваемых объектов для ЛПР.

Следовательно, нотация UGVA позволяет получить совокупность сравнимых антропоморфных образов, сформированных относительно единой системы критериев в комфортной для восприятия форме. Показателями, на которые необходимо обращать внимание ЛПР, являются вертикальная/горизонтальная симметричность образа, выражение лица антропоморфной фигуры в оценочной зоне, наличие/отсутствие тех или иных элементов в образе отдельных альтернатив, характер тепловой карты (раскраски) [21]. Совокупность образов представляет собой своеобразную карту сравниваемых объектов, что, в свою очередь, позволяет компоновать наборы таких карт (атлас) при фиксации цифрового следа (состояния) «ландшафта» сущностей для решаемой задачи принятия решений.

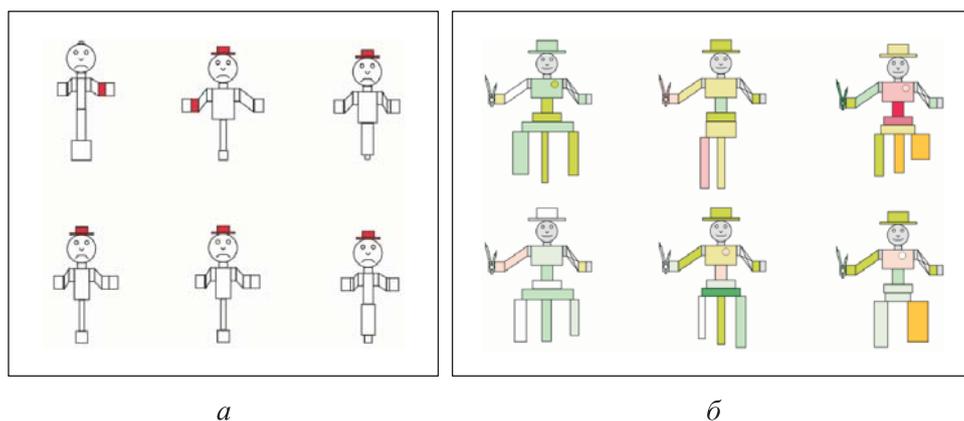
Проведенное исследование показывает, что методологическое обоснование принципов организации образов в UGVA требует раскрытия и пояснений. Поэтому будем считать, что имеется множество объектов, для которых разработана единая параметрическая модель и найдены эксперты, готовые квалифицированно оценить отдельные значения [18], а также собраны первичные данные о каждом объекте. Далее возникает вопрос, как лучше подойти к организации отображения данных в составе образа.

**Примеры использования нотации UGVA.** Антропоморфные образы как сущности, целно воспринимаемые человеком, должны позволять так организовать отображение данных, чтобы они были полезны для принятия решений. Проведено несколько экспериментальных исследований, которые показали, что нотация UGVA применима для сопровождения решений в задачах оценки текущего состояния объектов (комплексное отображение), мониторинга изменений в объекте, сравнении различных объектов между собой, структурной и функциональной оптимизации. Приведем ряд примеров.

Сравнение шести образов учебных планов магистратуры (специальность «Информатика и вычислительная техника», СФУ) на 2020 г. при ре-

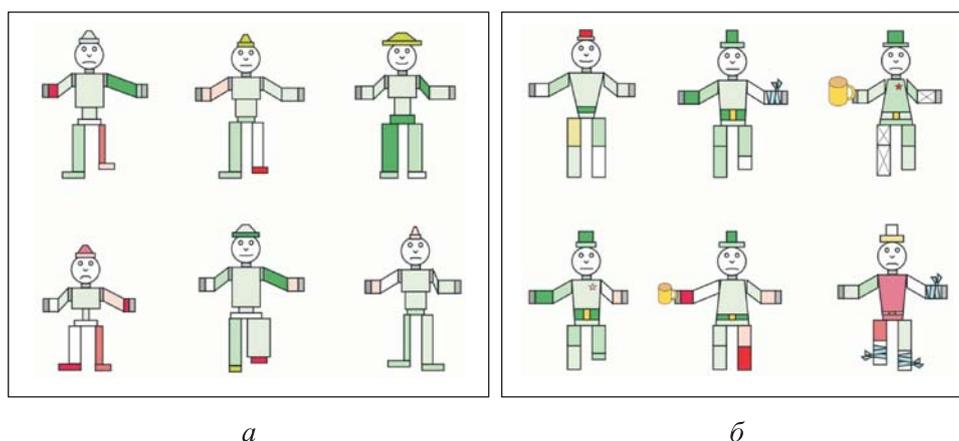
шении задачи оптимизации состава и обоснования конкурентоспособности приведено на рис. 3, а. Габариты каждого элемента образа соответствуют значению ассоциированного параметра, выделяя ось симметрии и оценочную зону (лицо). Подробнее этот пример описан в [21].

Сравнение показателей успеваемости студентов магистратуры по результатам контрольного среза (третий семестр, специальность «Системный анализ и управление», СФУ) за осенний семестр 2021 г. в целях мониторинга учебного процесса приведено на рис. 3, б. Цветом на образах закодированы оценки уровня развития компетентностей [22]. Дополнительная горизонтальная ось симметрии позволяет оценивать процесс обучения в динамике: нижняя страта — учебные навыки с предыдущих ступеней обучения, средняя — оценки текущей ступени, а верхняя зона выводит оценочно-целевую область [18].



**Рис. 3.** Примеры объектов в нотации UGVA для учебных планов (а, задача оптимизации) и показателей успеваемости учащихся (б, задача мониторинга)

Примером другой организации образов в нотации UGVA являются визуализации, показанные на рис. 4. Сравнение паспортов инновационных проектов, оценок ресурсов, результативностей их применения и степеней достижения целевых показателей (цвет) относительно методологии системной инженерии [23], приведено на рис. 4, а. Цель такого сравнения — отслеживание динамики и отбор наиболее перспективных проектов и заявок. Результаты месячного мониторинга деятельности шести работников промышленных предприятий, целью которого является выработка мотивирующего воздействия, приведены на рис. 4, б. Здесь каждой оси (конечности) соответствует результативность работы за соответствующую неделю, а прочие параметры привязаны к оценкам вне плано-



**Рис. 4.** Объекты в нотации UGVA для паспортов проектов  
(а, задача оценки и отбора) и исполнения трудовых обязанностей  
(б, задача мониторинга и мотивации)

вых показателей (соблюдение дисциплины, техники безопасности и др.). Цветом показано приращение относительно предыдущего месяца мониторинга.

Нотация UGVA также применялась для визуализации и принятия различных решений при работе с такими объектами, как проектная команда, подразделения в организации, научный профиль ученого и др. Накопленный опыт позволяет сделать ряд методологических обобщений, имеющих важное значение для продуктивного использования образов сложных объектов в нотации UGVA.

**Методические обобщения.** Опыт применения когнитивной визуализации в нотации UGVA и его осмысление для объектов различной природы привел к необходимости сформировать ряд методических обобщений методом дедукции. Для этого проанализированы полученные результаты для таких категорий, как ось отображения данных и тип симметрии.

Обобщение данных в образ для ЛПР опирается на сгруппированные определенным образом компоненты параметрической модели  $S_p$ , где  $p \in [1, 2, \dots, n, \dots, q]$ . Как правило, каждая группа отображается на отдельной оси, составляющей основу будущего образа. Выделено пять типов осей (А–Е), сравнительная характеристика которых приведена в табл. 2 и на рис. 5. Очевидно, что составной характер оси будет предпочтительнее для формирования образа объекта с учетом разумной степени детализации.

## Характеристика различных типов осей, на базе которых строится образ

Тип оси	Графический шаблон (см. рис. 5)	Однородность отображаемых данных	Отображение динамики
A. Простая	<i>a</i>	–	Нет
B. Составная структурная	<i>б</i>	Нет	Нет
C. Составная разнородная	<i>в</i>	Нет	Нет
D. Составная причинно-следственная	<i>г</i>	Нет	~Да
E. Составная временная	<i>д</i>	Да	Да

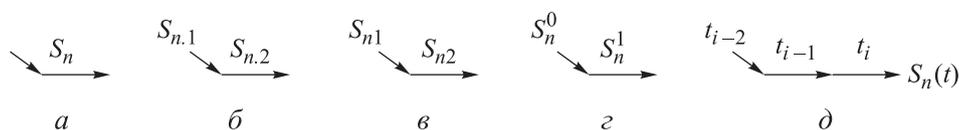


Рис. 5. Графические шаблоны различных типов осей в составе образов нотации UGVA

Оси отображения данных для визуализации модели сложного многопараметрического объекта можно компоновать по-разному, используя основные типы симметрии [19]. Рассмотрим следующие типы плоскостной симметрии, на базе которых может быть сформирован образ для когнитивной визуализации:

- билатеральная осевая симметрия по вертикали образа, позволяющая ассоциировать плоскость симметрии, отражающую верх и низ образа ( $\alpha$ );
- билатеральная осевая симметрия по горизонтали образа, позволяющая ассоциировать плоскость симметрии, отражающую правую и левую части образа ( $\beta$ );
- комбинированная осевая симметрия, включающая в себя независимо интерпретируемые вертикальную и горизонтальную (две) оси симметрии в составе образа ( $\lambda$ );
- аксиальная (лучевая) симметрия, позволяющая интерпретировать композицию осей относительно центра вращения ( $\delta$ ).

Трансляционный (фрактальный) и спиральный типы симметрии, также встречающиеся в живой и неживой природе [20], исключены из анализа ввиду их неприводимости к антропоморфным образам (как для метода «Лица Чернова», так и для нотации UGVA). При этом включим в рас-

смотрение асимметричный вариант ( $\gamma$ ) для более наглядного позиционирования сравниваемых подходов. Учитывая особенности различных видов симметрирования и осей, сравним типовые (не упрощенные) варианты применения таких методов пиктографики (см. рис. 1), как метод «Лица Чернова» с симметрией (ЛЧ1) и асимметрией (ЛЧ2), фейкодер (ФК), боди-кодер (БК), дашборд (ДБ). В табл. 3 приведено распределение методов пиктографики для различных условий. Данные о применимости нотации UGVA представлены в виде цветовой окраски ячеек (темно-серый). Очевидно, что при упрощенном использовании антропоморфных образов можно распространить окраску со столбца  $\lambda$  на  $\alpha$  и  $\beta$  (светло-серый). Дашборды в ряде ячеек приведены исходя из допущения, что для визуализации используются различные по форме и выразительности типы визуального кодирования.

Таблица 3

Распределение методов пиктографики для различных условий

Тип оси	Тип плоскостной симметрии				
	$\gamma$	$\alpha$	$\beta$	$\lambda$	$\delta$
А. Простая	ДБ	БК	ФК	БК	ДБ, БК
В. Составная структурная	ДБ	–	–	–	ДБ
С. Составная разнородная	ЛЧ2	–	ЛЧ1	–	–
Д. Составная причинно-следственная	–	–	–	–	–
Е. Составная временная	ЛЧ2	–	ЛЧ1	–	–

С целью кратко описать архитектуру образа закодируем его так: тип плоскостной симметрии — греческой буквой, далее цифрой — число ведущих осей, затем тип осей — буквой латинского алфавита (курсивом), индикаторы наличия оценочной зоны и учета динамики во времени — буквами ( $i$  и  $t$ ). Налагаемые артефакты и оперативные данные не кодируются.

В качестве примеров приведем коды шаблонов для образов (см. рис. 3 и 4). Они будут заданы как  $\beta 5Bi$ ,  $\lambda 5Bit$ ,  $4Di$  и  $\delta 6Bit$  соответственно. При этом наличие симметрии по горизонтали или смешанного варианта позволяет ведущими считать только те оси, которые сформированы в средней страте (по сути, дублируются).

**Заключение.** Активное применение нотации UGVA для решения широкого круга задач приводит как к появлению частных реализаций (дивергенций), так и необходимости методического осмысления порождаемой их

применением проблематики. Анализ возможностей альтернативных методов когнитивной визуализации и множества точек приложения (например, для автоматизированного обучения) показал, что не везде следует пренебрегать классическим методом «Лица Чернова» или когнитивными картами. Однако, последние эксперименты с антропоморфными образами демонстрируют их повышенную способность концентрировать информацию [24]. Использование различных вариантов визуализации в нотации UGVA дает преимущества в тех случаях, когда многопараметрический объект анализа имеет сложную структуру с более чем двумя векторами данных, а переменные-агрегаты должны значительно обобщаться или демонстрировать динамику. Для ЛПП такой инструментарий позволяет ускорить анализ ситуации в соответствии со схемой афферентного синтеза (см. рис. 2), а для систем искусственного интеллекта, использующих антропоморфные образы, акцентировать внимание человека на аргументах при объяснении логики своей работы (подход ХАИ [25]).

В качестве актуальных направлений развития нотации UGVA можно выделить улучшение гармоничности и выразительности, опираясь на принципы бионики (в частности, детализацию пропорций элементов в составе базовых образов-шаблонов), а также встраивание советующего программного инструментария в цепочки принятия решений за рамками чистых научно-исследовательских работ.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Зенкин А.А. Когнитивная компьютерная графика. М., Наука, 1991.
- [2] Емельянова Ю.Г., Фраленко В.П. Методы когнитивно-графического представления информации для эффективного мониторинга сложных технических систем. *Программные системы: теория и приложения*, 2018, т. 9, № 4, с. 117–158.
- [3] Han J., Kamber M., Pei J. *Data mining. Concepts and techniques*. Amsterdam, Elsevier, 2011.
- [4] Chernoff H. The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically. *J. Am. Stat. Assoc.*, 1973, vol. 68, no. 342, pp. 361–368.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1973.10482434>
- [5] Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб., Питер, 2000.
- [6] Gorban A., Zinovyev A. Fast and user-friendly non-linear principal manifold learning by method of elastic maps. *Proc. IEEE DSAA*, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/DSAA.2015.7344818>
- [7] Few S. *Information dashboard design*. Sebastopol, O'Reilly, 2006.

- [8] Flury B., Riedwyl H. Graphical representation of multivariate data by means of asymmetrical faces. *J. Am. Stat. Assoc.*, 1981, vol. 76, no. 376, pp. 757–765.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1981.10477718>
- [9] Nuñez R., Jesús J. Ideas for the use of Chernoff faces in school cartography.  
URL: [https://www.researchgate.net/publication/228587294\\_ideas\\_for\\_the\\_use\\_of\\_chernoff\\_faces\\_in\\_school\\_cartography](https://www.researchgate.net/publication/228587294_ideas_for_the_use_of_chernoff_faces_in_school_cartography) (дата обращения: 15.05.2023).
- [10] Соболева А.Г. Когнитивная визуализация знаний с помощью лиц Чернова. *Комп'ютерний моніторинг та інформаційні технології*. Донецк, ДонНТУ, 2006, с. 135–136.
- [11] Jones D. The inventions of Daedalus. A compendium of plausible schemes. Maryland, W.H. Freeman & Company. 1982.
- [12] Rodriguez J., Kaczmarek P. Visualizing financial data. New York, John Wiley & Sons, 2016.
- [13] Kukharev G., Kaziyeva N. Digital facial anthropometry: application and implementation. *Pattern Recognit. Image Anal.*, 2020, vol. 30, no. 3, pp. 496–511.  
DOI: <https://doi.org/10.1134/S1054661820030141>
- [14] Филимонов В.А. Способ когнитивной визуализации многопараметрических компонентов системы. *Матер. XIII Всерос. конф. «Робототехника и искусственный интеллект»*. Красноярск, Литера-принт, 2021, с. 109–113.
- [15] Le Corbusier. Le Modulor. Boulogne-sur-Seine, Editions de l'Architecture d'Aujourd'hui, 1951.
- [16] Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. М., Медицина, 1975.
- [17] Судаков К.В., Кузичев И.А., Николаев А.Б. Эволюция терминологии и схем функциональных систем в научной школе П.К. Анохина. М., Европейские полиграфические системы, 2010.
- [18] Uglev V.A. Unified Graphic Visualization of Activity (UGVA) Method. *Proc. 2nd Int. Conf. NiDS 2022. LNNS*. Berlin, Springer Science+Business Media, 2022, vol. 556, pp. 255–265. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_25)
- [19] Weyl H. Symmetry. Princeton, Princeton University Press, 1952.
- [20] Блинова О.И., Юрина Е.А. Образная лексика русского языка. *Язык и культура*, 2008, № 1, с. 5–13.
- [21] Углев В.А. Оценка баланса учебных планов при подготовке специалистов в области информационных технологий с применением метода UGVA. *Современные информационные технологии и ИТ-образование*, 2021, т. 17, № 3, с. 684–696.  
DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202103.684-696>
- [22] Углев В.А. Визуальная поддержка принятия решений при разработке учебных планов с помощью метода UGVA. *Искусственный интеллект и принятие решений*, 2022, № 2, с. 51–61. DOI: <https://doi.org/10.14357/20718594220205>

[23] Kossiakoff A., Sweet W., Seymour S., et al. Systems engineering principles and practice. New York, John Wiley & Sons, 2011.

[24] Uglev V., Sychev O. Evaluation, Comparison and Monitoring of Multiparametric Systems by Unified Graphic Visualization of Activity Method on the Example of Learning Process. *Algorithms*, 2022, vol. 15 (12), p. 468.

DOI: <https://doi.org/10.3390/a15120468>

[25] Arrieta A.B., Diaz-Rodriguez N., Del Ser J., et al. Explainable Artificial Intelligence (XAI): concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 2020, vol. 58, pp. 82–115.

**Углев Виктор Александрович** — канд. техн. наук, доцент кафедры «Прикладная физика и космические технологии» СФУ (Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, Свободный пр-т, д. 79).

**Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Углев В.А. Поддержка процесса принятия решений с использованием нотации унифицированного графического воплощения активности (UGVA). *Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение*, 2023, № 3 (144), с. 125–140.

DOI: <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2023-3-125-140>

**SUPPORT OF THE DECISION-MAKING PROCESS USING  
THE UNIFIED GRAPHIC VISUALIZATION  
OF ACTIVITY (UGVA) NOTATION**

V.A. Uglev

uglev-v@yandex.ru

SibFU, Krasnoyarsk, Russian Federation

---

**Abstract**

The paper considers the problem of graphic support of the decision-making processes when working with a variety of complex multi-parameter objects that require comparison. It notes complexity of the visualization process, when it is necessary to visualize the object in dynamics with an emphasis on its activity and combine the categories of past, present and future (the afferent synthesis model according to Anokhin P.K.). Prerequisites and genesis of the Unified Graphic Visualization of Activity (UGVA) method appearance are described, as it the development of the well-known “Chernoff Faces” approach. Stages of implementing the methodology to form anthropomorphic images for visualization of the complex multi-parameter objects in the UGVA are

**Keywords**

*Decision making, cognitive visualization, Graph Mining, method “Chernoff Faces”, afferent synthesis, UGVA method*

described. Examples of the sets of images are provided, where curricula, student performance, project passports and employees' activities in the workplace are considered as the objects for comparison. Methodological generalizations are proposed allowing a systematic approach to selection of option in visualizing the anthropomorphic images taking into account specifics of the information decomposition on the data axes and the types of symmetry. A coding system for various options of images in the UGVA is given that uses a combination of letters of the Latin and Greek alphabets

Received 20.06.2022

Accepted 01.07.2022

© Author(s), 2023

## REFERENCES

- [1] Zenkin A.A. Kognitivnaya kompyuternaya grafika [Cognitive computer graphics]. Moscow, Nauka Publ., 1991.
- [2] Emelyanova Yu.G., Fralenko V.P. Methods of cognitive-graphical representation of information for effective monitoring of complex technical systems. *Programmnyye sistemy: teoriya i prilozheniya* [Program Systems: Theory and Applications], 2018, vol. 9, no. 4, pp. 117–158 (in Russ.).
- [3] Han J., Kamber M., Pei J. Data mining. Concepts and techniques. Amsterdam, Elsevier, 2011.
- [4] Chernoff H. The use of faces to represent points in k-dimensional space graphically. *J. Am. Stat. Assoc.*, 1973, vol. 68, no. 342, pp. 361–368.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1973.10482434>
- [5] Gavrilova T.A., Khoroshevskiy V.F. Bazy znaniy intellektualnykh system [Knowledge bases of intelligent systems]. St. Petersburg, Piter Publ., 2000.
- [6] Gorban A., Zinovyev A. Fast and user-friendly non-linear principal manifold learning by method of elastic maps. *Proc. IEEE DSAA*, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/DSAA.2015.7344818>
- [7] Few S. Information dashboard design. Sebastopol, O'Reilly, 2006.
- [8] Flury B., Riedwyl H. Graphical representation of multivariate data by means of asymmetrical faces. *J. Am. Stat. Assoc.*, 1981, vol. 76, no. 376, pp. 757–765.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/01621459.1981.10477718>
- [9] Nuñez R., Jesús J. Ideas for the use of Chernoff faces in school cartography. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/228587294\\_ideas\\_for\\_the\\_use\\_of\\_chernoff\\_faces\\_in\\_school\\_cartography](https://www.researchgate.net/publication/228587294_ideas_for_the_use_of_chernoff_faces_in_school_cartography) (accessed: 15.05.2023).
- [10] Soboleva A.G. [Cognitive visualization of knowledge with the help of Chernov's faces]. *Komp'yuterniy monitoring ta informatsiyi tekhnologii* [Computer Monitoring and Information Technologies]. Donetsk, DonNTU Publ., 2006, pp. 135–136 (in Russ.).
- [11] Jones D. The inventions of Daedalus. A compendium of plausible schemes. Maryland, W.H. Freeman & Company, 1982.

- [12] Rodriguez J., Kaczmarek P. Visualizing financial data. New York, John Wiley & Sons, 2016.
- [13] Kukharev G., Kaziyeva N. Digital facial anthropometry: application and implementation. *Pattern Recognit. Image Anal.*, 2020, vol. 30, no. 3, pp. 496–511.  
DOI: <https://doi.org/10.1134/S1054661820030141>
- [14] Filimonov V.A. [Method for cognitive visualization multi-parameter system components]. *Mat. XIII Vseros. konf. "Robototekhnika i iskusstvennyy intellekt"*. [Proc. XIII Russ. Conf. Robotics and Artificial Intelligence]. Krasnoyarsk, Litera-print Publ., 2021, pp. 109–113 (in Russ.).
- [15] Le Corbusier. *Le Modulor*. Boulogne-sur-Seine, Editions de l'Architecture d'Aujourd'hui, 1951.
- [16] Anokhin P.K. *Ocherki po fiziologii funktsionalnykh system* [Essays on the physiology of functional systems]. Moscow, Meditsina Publ., 1975.
- [17] Sudakov K.V., Kuzichev I.A., Nikolaev A.B. *Evolutsiya terminologii i skhem funktsionalnykh sistem v nauchnoy shkole P.K. Anokhina* [Evolution of functional systems terminology and schemes in the scientific school of P.K. Anokhin]. Moscow, Evropeyskie poligraficheskie sistemy Publ., 2010.
- [18] Uglev V.A. Unified Graphic Visualization of Activity (UGVA) Method. *Proc. 2nd Int. Conf. NiDS 2022. LNNS*. Berlin, Springer Science+Business Media, 2022, vol. 556, pp. 255–265. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-031-17601-2_25)
- [19] Weyl H. *Symmetry*. Princeton, Princeton University Press, 1952.
- [20] Blinova O.I., Yurina E.A. Image-bearing vocabulary of the Russian language. *Yazyk i kultura* [Language and Culture], 2008, no. 1, pp. 5–13 (in Russ.).
- [21] Uglev V.A. Evaluate curricula balance for software engineering education with using UGVA method. *Sovremennye informatsionnye tekhnologii i IT-obrazovanie* [Modern Information Technologies and IT-Education], 2021, vol. 17, no. 3, pp. 684–696 (in Russ.).  
DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.17.202103.684-696>
- [22] Uglev V.A. Visual decision support for curriculum development using the UGVA method. *Iskusstvennyy intellekt i prinyatie resheniy* [Artificial Intelligence and Decision Making], 2022, no. 2, pp. 51–61 (in Russ.).  
DOI: <https://doi.org/10.14357/20718594220205>
- [23] Kossiakoff A., Sweet W., Seymour S., et al. *Systems engineering principles and practice*. New York, John Wiley & Sons, 2011.
- [24] Uglev V., Sychev O. Evaluation, Comparison and Monitoring of Multiparametric Systems by Unified Graphic Visualization of Activity Method on the Example of Learning Process. *Algorithms*, 2022, vol. 15 (12), p. 468.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/a15120468>
- [25] Arrieta A.B., Diaz-Rodriguez N., Del Ser J., et al. Explainable Artificial Intelligence (XAI): concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 2020, vol. 58, pp. 82–115.

**Uglev V.A.** — Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Applied Physics and Space Technologies, SibFU (Svobodnyi prospekt 79, Krasnoyarsk, 660041 Russian Federation).

**Please cite this article in English as:**

Uglev V.A. Support of the decision-making process using the Unified Graphic Visualization of Activity (UGVA) notation. *Herald of the Bauman Moscow State Technical University, Series Instrument Engineering*, 2023, no. 3 (144), pp. 125–140 (in Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.18698/0236-3933-2023-3-125-140>