

УДК 004.514

## Алгоритм оценки эффективности композиционного равновесия графических пользовательских интерфейсов

**Вострых А. В.**

Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы МЧС России,  
Санкт-Петербург, 196105, Российская Федерация

**Постановка задачи:** с бурным развитием информационных технологий на рынке программного обеспечения все чаще появляются многочисленные аналоги разнопрофильных программ. Несмотря на схожесть выполнения функций и идентичные наборы инструментария, данные программы обладают различными графическими пользовательскими интерфейсами – оболочками программ, предоставляющими пользователю возможность взаимодействовать с программной логикой. От эффективности интерфейсов в большинстве случаев зависит и общая оценка пользователей относительно качества программ. Обладая научно-методическим инструментом оценки эффективности интерфейсов, мы можем анализировать их на наличие различных дефектов. В настоящее время в научной литературе отсутствует комплексный инструмент для проведения оценки эффективности интерфейсов. **Цель работы** – разработка инструментария, позволяющего давать оценку эффективности интерфейсов программных продуктов в числовом виде. **Используемые методы:** для достижения обозначенной цели был проведен сравнительный анализ существующих количественных методов, метрик и законов из научной литературы и международных стандартов по проектированию программного обеспечения и программных интерфейсов. **Результат:** разработан алгоритм оценки эффективности композиционного равновесия графических пользовательских интерфейсов, позволяющий проводить оценку и сравнение программных продуктов по данному направлению. **Новизна:** по сравнению с существующими методами разработанный подход представлен в виде алгоритма способного проводить вычисление показателей по направлению эффективности композиционного равновесия графических пользовательских интерфейсов, которое ранее не оценивалось другими исследователями.

**Ключевые слова:** графический пользовательский интерфейс, алгоритм, композиционное равновесие, эффективность, контраст, баланс

### Актуальность исследования

Почти каждый современный программный продукт (ПП) обладает графическим пользовательским интерфейсом (ГПИ), который является посредником между пользователем и программными механизмами [1–3]. Основной целью ГПИ является максимальное приближение работы в ПП к естественным повседневным действиям. Чтобы достичь такого эффекта и упростить процесс восприятия и познания сложно-технических средств, как, например, современных информационных систем, в ГПИ используются многочисленные приемы, такие, как метафора (графические элементы приобретают вид повседневных вещей, используемых в быту, что позволяет на интуитивном уровне без предварительного

---

#### Библиографическая ссылка на статью:

Вострых А. В. Алгоритм оценки эффективности композиционного равновесия графических пользовательских интерфейсов // Информационные технологии и телекоммуникации. 2023. Т. 11. № 3. С. 1–12. DOI: 10.31854/2307-1303-2023-11-3-1-12

#### Reference for citation:

Vostrykh A. Algorithm for Evaluating the Effectiveness of Compositional Equilibrium of Graphical User Interfaces. *Telecom IT*. 2023. Vol. 11. Iss. 3. PP. 1–12 (in Russian). DOI: 10.31854/2307-1303-2023-11-3-1-12

обучения понять, для чего нужен этот элемент и как им пользоваться) [4–8]. Примером метафоры является графический элемент «корзина», название и внешний вид которого позволяют без лишних когнитивных усилий понять его предназначение.

Немаловажным в ГПИ является их визуальное представление. От качества проектирования данного компонента зависит как общее впечатление пользователей и их рабочий настрой, так и функциональность ПП, скорость работы, скорость обучения навыкам оперирования информационно-функциональными элементами (ИФЭ) ГПИ. Многочисленные исследования доказали, что подсознательно внешне приятный ГПИ, в отличие от противоположного, оценивается пользователями выше не только со стороны визуальной, но и функциональной составляющей [9–14].

На внешнее восприятие пользователями ГПИ влияет множество аспектов, одним из которых является композиционное равновесие, характеризующееся внешним видом ГПИ с точки зрения соблюдения баланса композиции. В настоящее время существует несколько способов достижения композиционного равновесия, исследователи выделяют следующие: симметричное (формальное равновесие); асимметричное; радиальное; мозаичное (кристаллографический баланс) [5–8].

В данной статье для создания способа оценки композиционного равновесия используются правила симметричного равновесия. Данный вид симметрии был выбран потому, что расположение графических элементов (ГЭ) в современных ПП осуществляется согласно модульным сеткам.

При оценке симметричного равновесия необходимо учитывать, что полная симметрия (полная идентичность расположения и представления ГЭ правой и левой половины ГПИ) не оказывает положительного влияния на пользователей.

Оценка композиционного равновесия будет производиться путем сравнения двух половин ГПИ по характеристикам, представленным ниже.

Композиционное равновесие в дизайне ГПИ основано на тех же принципах, что и физическое [9–11]:

- равновесие половин по визуальной массе (сила притяжения внимания пользователей к ГЭ);
- идентичное визуальное направление (направление визуального движения ГЭ).

Когда ГПИ визуально сбалансирован, каждая его часть вызывает интерес. Сбалансированный дизайн удерживает внимание пользователя и мотивирует его на работу. При отсутствии визуального равновесия пользователь может не увидеть некоторые ГЭ, что может привести к ошибкам и сбоям в работе.

Композиционное равновесие в ГПИ может быть достигнуто оптимальным и целенаправленным использованием цвета, которое должно исходить из характеристик моделей пользователей целевой аудитории. Так, одной из характеристик таких моделей является пол пользователей. Многочисленные исследования [6–10] показали, что существует четкое разделение по цветовому предпочтению среди мужчин и женщин. Так, женщины чаще всего предпочитают (+%): 35 % – синий цвет, 23 % – фиолетовый, 14 % – зеленый, 9 % – красный, 19 % – остальные цвета. Негативное впечатление на них оказывают (–%): 33 % – оранжевый цвет, 20 % –

коричневый, 17 % – серый, 13 % – желтый. В предпочтениях мужчин выявлена следующая статистика (+%): 50 % – синий цвет, 15 % – черный, 13 % – зеленый, 22 % – остальные цвета. Из негативно воспринимаемых цветов (–%): 28 % – коричневый, 22 % – фиолетовый и оранжевый, 13 % – желтый. Статистические данные по гендерным предпочтениям цветов и целесообразность их использования в цветовой схеме ГПИ представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Цветовые предпочтения и целесообразность их использования при проектировании ГПИ

Цвет	Предпочтения мужского пола, %		$k_{mc}$	Предпочтения женского пола, %		$k_{fc}$	Целесообразность использования цвета в цветовой схеме ГПИ
	+	–		+	–		
Красный	7	2	0,05	9	2	0,07	0,12
Оранжевый	5	22	–0,17	4	33	–0,29	–0,46
Желтый	1	13	–0,12	3	13	–0,1	–0,22
Зеленый	13	3	0,1	14	4	0,1	0,2
Синий	50	1	0,49	35	2	0,33	0,82
Фиолетовый	1	22	–0,21	23	5	0,18	–0,03
Черный	15	1	0,14	6	1	0,05	0,19
Коричневый	2	28	–0,26	3	20	–0,17	–0,43
Серый	3	4	–0,01	1	17	–0,16	–0,17
Белый	3	4	–0,01	2	3	–0,01	–0,02

В таблице 1 предложены авторские коэффициенты  $k_{mc}$  и  $k_{fc}$ , полученные путем вычисления разности процентного соотношения положительного и отрицательного отношения к цвету индивида в зависимости от пола. Данные коэффициенты характеризуют гендерные цветовые предпочтения пользователей, далее они будут использованы для вычисления показателей, входящих в состав композиционного равновесия. Целесообразность использования цвета в цветовой схеме ГПИ в таблице 1 отражает совокупное негативное или положительное отношение к цвету мужчин и женщин одновременно и вычисляется при помощи суммирования значений коэффициентов  $k_{mc}$  и  $k_{fc}$ .

Приведем еще некоторые экспериментальные заключения о различиях цветового восприятия у мужчин и женщин, что в очередной раз демонстрирует прочную связь между показателями эффективности ГПИ и характеристиками целевых пользователей [2, 10]:

– мужчинам теплые цвета кажутся более теплыми, чем женщинам. Например, в оранжевом мужской глаз видит больше красноты, чем женский, а зеленый в восприятии мужчин более желтый;

– при доминировании красного цвета в ГПИ пользователи более сосредоточены, голубой цвет, в свою очередь, мешает рационально мыслить и заставляет больше полагаться на интуицию; женщины теряют результативность работы при

преобладании бежевого или серого цвета, в то время как мужчины хуже работают, когда в ГПИ доминирует фиолетовый цвет.

Еще одной полезной особенностью цвета в контексте использования в ГПИ является его способность стимулировать или ингибировать физиологические и психологические процессы пользователей [10]. Проведенные исследования [2–4] показали, что холодные цвета (синий, фиолетовый и т. д.) воздействуют на пользователей успокаивающе, в противоположность им теплые цвета (красный, желтый и т. д.) повышают активность человека.

Также наиболее успокаивающими являются бледные (размытые и светлые) тона, они стимулируют умственные способности и улучшают мелкую моторику. Особенно хороши в этом смысле нежно-зеленый, серо-голубой и персиковый. Красный цвет вызывает расширение сосудов, повышает кровоснабжение, синий цвет, наоборот, сужает сосуды, вызывает отлив крови, зеленый понижает кровяное давление [10].

На основе статистических данных и исследований авторов из разных областей наук [4–10] была составлена таблица коэффициента цветового стимулирования  $k_{st}$ , что позволит при оценке композиционного равновесия ГПИ сравнивать воздействие цветовых схем двух половин интерфейса на пользователей (соотношение коэффициента цвета – площади занимаемой цветом) (см. таблицу 2).

Важной характеристикой цвета является его способность ассоциироваться с определенной формой. В гармонично составленной цветовой схеме выразительные свойства формы и цвета должны воздействовать на пользователей синхронно [5, 10]. Так, исследователями получены следующие соотношения цвета и формы:

- красный цвет соотносится с формой квадрата, статичной и тяжелой (к данной форме также относятся такие фигуры, как крест, прямоугольник, меандр и их производные);
- светло-желтый цвет – с формой треугольника (к данной форме также относятся такие фигуры, как ромб, трапеция, зигзаг и т. д.)
- синий цвет – с формой круга, динамичной и легкой (к форме круга относятся также такие фигуры, как эллипс, овал, волнообразные формы параболы и их производные).

Для цветов второго порядка подобраны следующие формы: оранжевый – трапеция, зеленый – сферический треугольник, фиолетовый – эллипс (см. таблицу 3).

При согласованности формы и цвета в ГПИ их выразительное воздействие на пользователей удваивается. В ГПИ воздействие определяется цветом, поэтому графический образ интерфейса должен строиться на подчинении формы цвету.

Еще одним немаловажным аспектом цвета является скорость его восприятия пользователями [10]. Проведенные исследования выявили показатели в процентах (таблица 4).

Таблица 2 – Значения коэффициента  
цветового стимулирования

Цвет	$k_{st}$
Красный	1
Оранжевый	0,95
Желтый	0,9
Коричневый	0,6
Белый	0,5
Зеленый	0,4
Серый	0,3
Черный	0,2
Фиолетовый	0,2
Синий	0,1

Таблица 3 – Соответствие  
«цвет – форма» в ГПИ

Цвет	Форма
Желтый	Треугольник
Зеленый	Сферический треуголь- ник
Синий	Круг
Красный	Квадрат
Оранжевый	Трапеция
Фиолетовый	Эллипс

Таблица 4 – Скорость восприятия цвета пользователями

Цвет	Скорость восприятия цвета ( $V_{per}$ ), %	$k_v$
Оранжевый	21	1
Красный	19	0,95
Синий	17	0,9
Черный	13	0,7
Зеленый	12,5	0,6
Желтый	12	0,55
Фиолетовый	5,5	0,2
Серый	0,5	0,01

Из таблицы видно, что быстрее всего пользователями воспринимаются оранжевый и красный цвета. На основе этих данных автором настоящей статьи введен коэффициент скорости восприятия цвета  $k_v$ . Таким образом, при оценке ГПИ можно вычислить скорость восприятия двух половин интерфейса (сумма произведений площадей цветов на соответствующие коэффициенты  $k_v$ ) и сравнить их величины.

Воздействие на пользователей с помощью цвета может также осуществляться посредством создания контраста. Самым простым и часто встречающимся в ГПИ является контраст по цвету. Его можно продемонстрировать с помощью всех чистых цветов в их предельной насыщенности. Так же как черный и белый цвета образуют самую сильную противоположность светлого и темного, желтый, красный и синий обладают наиболее выраженным контрастом по цвету. Интенсивность контраста уменьшается по мере того, как выбранные цвета удаляются от основных трех. Так, оранжевый, зеленый и фиолетовый по своей противоположности уже гораздо слабее, чем желтый, красный и синий.

Введем коэффициент чистоты цвета  $k_{cc}$  и представим в таблице 5 его значения, полученные рядом исследователей [4–10]. Данный коэффициент характеризует цвет в аспекте его получения; так, основные цвета (красный, синий, желтый) невозможно получить путем смешивания других оттенков в отличие от вторичных цветов (зеленый, оранжевый, фиолетовый), которые возможно получаются при смешивании основных. Контраст, получаемый при сочетании основных цветов, сильнее контраста, получаемого в результате сочетания вторичных. Таким образом, используя коэффициент чистоты цвета можно проводить вычисления, например силы контраста в ГПИ.

Представленные в таблице 2 значения коэффициентов цветового стимулирования зависят от свойства цвета быть теплым или холодным. На основе этого также может быть создан и оценен контраст цветов (контраст теплого и холодного). В цветовом круге можно выделить два полюса: «красно-оранжевый» и «сине-зеленый», которые являются предельными значениями тепла и холода.

Контраст холодного и теплого обладает также свойством влиять на ощущение приближенности и удаленности изображения, изменяет свойства перспективы и пластических ощущений.

В таблице 6 представлена градация цветов на теплые и холодные, а также их температурный коэффициент  $k_t$ .

Таблица 5 – Значения коэффициента чистоты цвета

Цвет	$k_{cc}$
Цвета первого порядка	
Синий	1
Желтый	1
Красный	1
Цвета второго порядка	
Фиолетовый	0,5
Оранжевый	0,5
Зеленый	0,5
Цвета третьего порядка	
Желто-оранжевый	0,1
Красно-оранжевый	0,1
Красно-фиолетовый	0,1
Сине-фиолетовый	0,1
Сине-зеленый	0,1
Желто-зеленый	0,1

Таблица 6 – Градация цветов на теплые и холодные

Цвет	Температурное восприятие	$k_t$
Красный	Теплый	1,00
Оранжевый	Теплый	0,95
Желтый	Теплый	0,90
Коричневый	Теплый	0,50
Серый	Нейтральный	0,20
Черный	Холодный	0,20
Фиолетовый	Холодный	0,15
Зеленый	Холодный	0,10
Синий	Холодный	0,10
Бирюзовый	Холодный	0,05

На основе вышеизложенного перейдем к описанию и формализации показателей композиционного равновесия ГПИ.

### Методы исследования

В спектр показателей композиционного равновесия входят: привлекательность, контрастность и сигнальная многополярность.

Показатель «привлекательность» оценивает визуальную простоту и современность ГПИ. В настоящее время в научной литературе отсутствует формальное представление данного показателя, поэтому представим авторский способ решения данной проблемы.

Для вычисления настоящего показателя используем:

- коэффициенты  $k_{mc}$  и  $k_{fc}$ , характеризующие гендерные цветовые предпочтения пользователей (таблица 1);
- коэффициент цветового стимулирования  $k_{st}$ , который характеризует воздействия цвета на физиологические и психологические процессы организма пользователя (таблица 2).

Автором предложена следующая формула для вычисления показателя «привлекательность»:

$$B_f = k_{mc}(k_{fc}) + k_f \cdot \sum_{i=1}^{N_c} k_{st} \cdot S_c, \quad (1)$$

где  $N_c$  – количество цветов ГПИ;  $S_c$  – площадь определенного цвета в ГПИ;  $k_f$  – коэффициент соответствия цвета форме (определяется с помощью таблицы 3).

Показатель «контрастность» оценивает четкость различения переднего и заднего планов интерфейса. В настоящее время в научной литературе отсутствует формальное представление данного показателя, поэтому представим авторский способ решения данной проблемы.

Для вычисления настоящего показателя используем:

- коэффициент скорости восприятия цвета  $k_v$  (таблица 4);
- коэффициент чистоты цвета  $k_{cc}$  (таблица 5);
- температурный коэффициент  $k_t$  (таблица 6).

Автором предложена следующая формула вычисления показателя «контрастность»:

$$K_{gpi} = \left( \frac{\sum_{i=1}^{N_c} C_w \cdot S_c \cdot k_t}{\sum_{i=1}^{N_c} C_c \cdot S_c \cdot k_t} \cdot \sum_{i=1}^{N_c} k_v \cdot S_c \right) \cdot N_c \cdot k_{cc}, \quad (2)$$

где  $C_w$  – количество теплых цветов;  $C_c$  – количество холодных цветов;  $S_c$  – площадь цвета;  $N_c$  – общее количество всех цветов.

Показатель «сигнальная многополярность» оценивает цветовую схему с точки зрения средства передачи информации. Вычислить показатель представляется возможным с помощью формулы К. Е. Шеннона [15]:

$$H_s = \sum_{i=1}^N P_i \cdot \log_2 P_i, \quad (3)$$

где  $N$  – количество возможных состояний ИФЭ ГПИ;  $P_i$  – вероятность возникновения  $i$ -го сигнала.

Как отмечалось ранее, оценка композиционного равновесия ГПИ будет производиться по соответствию классической симметрии (обе половины ГПИ должны быть практически идентичными по силе воздействия на пользователя). Основным смыслом достижения симметрии заключается в практически идентичном совпадении правой и левой половины ГПИ по цветовому воздействию, цветовому весу, контрастности, соответствию цвета форме и т. д.

Таким образом, оценка эффективности композиционного равновесия ГПИ будет производиться с помощью следующих трех выражений (4, 5, 6).

Расчет композиционного равновесия по показателю привлекательности ГПИ  $K_{ic}(B_f)$  производится по формуле:

$$\begin{cases} 0 < B_f = \frac{B_f(l)}{B_f(r)} < 0,8 \rightarrow K_{ic}(B_f) = 0,5; \\ B_f = \frac{B_f(l)}{B_f(r)} \geq 1 \rightarrow K_{ic}(B_f) = 0,5; \\ 0,8 < B_f = \frac{B_f(l)}{B_f(r)} < 1 \rightarrow K_{ic}(B_f) = 1. \end{cases} \quad (4)$$

Расчет композиционного равновесия по показателю контрастности ГПИ  $K_{ic}(K_{gpi})$  производится с помощью следующего выражения:

$$\begin{cases} 0 < K_{gpi} = \frac{K_{gpi}(l)}{K_{gpi}(r)} < 0,8 \rightarrow K_{ic}(K_{gpi}) = 0,5; \\ K_{gpi} = \frac{K_{gpi}(l)}{K_{gpi}(r)} \geq 1 \rightarrow K_{ic}(K_{gpi}) = 0,5; \\ 0,8 < K_{gpi} = \frac{K_{gpi}(l)}{K_{gpi}(r)} < 1 \rightarrow K_{ic}(K_{gpi}) = 1. \end{cases} \quad (5)$$

Расчет композиционного равновесия по показателю сигнальной многополярности ГПИ  $K_{ic}(H_s)$  производится с помощью выражения:

$$\begin{cases} 0 < H_s = \frac{H_s(l)}{H_s(r)} < 0,8 \rightarrow K_{ic}(H_s) = 0,5; \\ H_s = \frac{H_s(l)}{H_s(r)} \geq 1 \rightarrow K_{ic}(H_s) = 0,5; \\ 0,8 < H_s = \frac{H_s(l)}{H_s(r)} < 1 \rightarrow K_{ic}(H_s) = 1. \end{cases} \quad (6)$$

В выражениях (4–6) учитывается как сильное расхождение в симметрии при  $0 < B_f, K_{gpi}, H_s < 0,8$  (требуется доработка правой или левой половины ГПИ в определенном направлении до большей схожести между собой), так и

полная симметрия ГПИ при  $V_f, K_{gpi}, H_s = 1$  (требуется доработка правой и левой половины ГПИ до большего расхождения между собой).

Исследователи в результате вычислений получают возможность понять, в каком направлении проводить доработку ГПИ ПП, а также оценить масштаб проблемы.

### Результаты исследования и их обсуждение

Таким образом, проведя формализацию показателей, получаем возможность создания алгоритма оценки эффективности композиционного равновесия ГПИ. Предлагаемый алгоритм состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Начало.

Шаг 2. Ввод данных.

Шаг 3. Подсчет количества цветов в ГПИ  $N_c$ .

Шаг 4. Вычисление площадей найденных цветов  $S_c$ .

Шаг 5. Если основной контингент целевых пользователей мужчины, то переход к шагу 6, если нет (основной контингент целевых пользователей – женщины), то переход к шагу 7.

Шаг 6. Выбор коэффициентов гендерных цветовых предпочтений пользователей  $k_{mc}$  относительно мужчин (см. таблицу 1).

Шаг 7. Выбор коэффициентов гендерных цветовых предпочтений пользователей  $k_{fc}$  относительно женщин (см. таблицу 1).

Шаг 8. Выбор коэффициентов цветового стимулирования  $k_{st}$  (см. таблицу 2).

Шаг 9. Выбор коэффициента соответствия цвета форме  $k_f$  (см. таблицу 3).

Шаг 10. Вычисление показателя «привлекательность»  $V_f$  по формуле (1).

Шаг 11. Выбор коэффициента скорости восприятия цвета  $k_v$  (см. таблицу 4).

Шаг 12. Выбор коэффициента чистоты цвета  $k_{cc}$  (см. таблицу 5).

Шаг 13. Выбор температурного коэффициента  $k_t$  (см. таблицу 6).

Шаг 14. Подсчет количества теплых цветов  $C_w$ .

Шаг 15. Подсчет количества холодных цветов  $C_c$ .

Шаг 16. Вычисление показателя «контрастность»  $K_{gpi}$  по формуле (2).

Шаг 17. Вычисление вероятности возникновения  $i$ -го сигнала  $P_i$ .

Шаг 18. Подсчет количества возможных состояний ИФЭ ГПИ  $N$ .

Шаг 19. Вычисление показателя «сигнальная многополярность»  $H_s$  по формуле (3).

Шаг 20. Вычисление композиционного равновесия по показателю «привлекательность» ГПИ  $K_{ic}(V_f)$  с помощью выражения (4).

Шаг 21. Вычисление композиционного равновесия по показателю «контрастность» ГПИ  $K_{ic}(K_{gpi})$  с помощью выражения (5).

Шаг 22. Вычисление композиционного равновесия по показателю «сигнальная многополярность» ГПИ  $K_{ic}(H_s)$  с помощью выражения (6).

Шаг 23. Вывод результата.

Шаг 24. Конец алгоритма.

Схема алгоритма оценки эффективности композиционного равновесия ГПИ представлена на рисунке 1, где числами отмечены элементы в соответствии с номером шага.

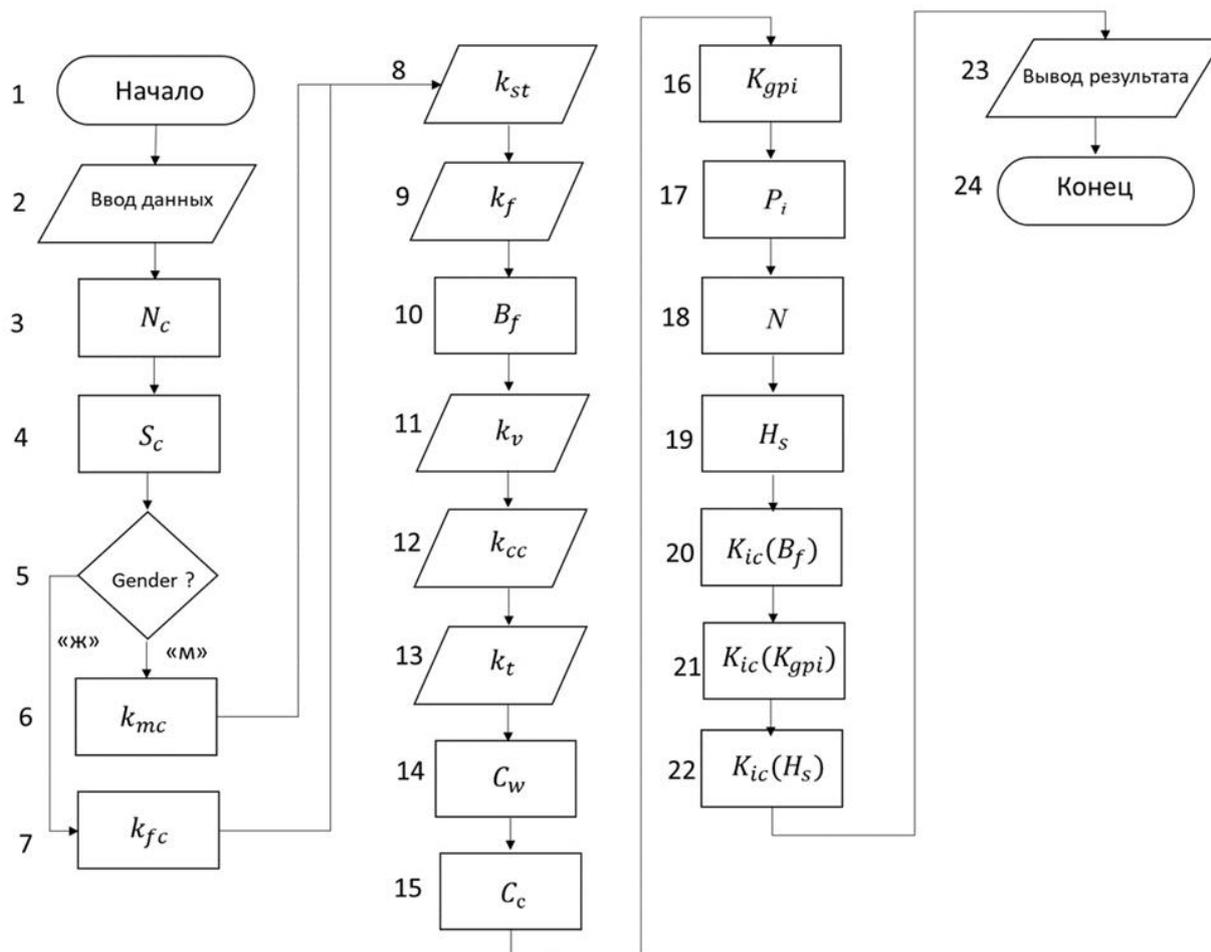


Рис. 1. Схема алгоритма оценки эффективности композиционного равновесия ГПИ

Таким образом, с помощью разработанного в статье алгоритма вычисляются следующие показатели: привлекательность, контрастность, сигнальная многополярность, которые необходимы для оценки эффективности композиционного равновесия ГПИ.

### Заключение

Представленные в настоящей статье показатели и алгоритм оценки эффективности композиционного равновесия ГПИ позволяют анализировать эффективность вывода информации с помощью интерфейса и, как следствие, гипотетически рассчитать визуальную и когнитивную нагрузку на пользователей при работе с ПП, а также степень удовлетворенности от взаимодействия с ГПИ. Также разработанный алгоритм позволяет проводить сравнительный анализ разных интерфейсов схожих по функциональному наполнению ПП между собой как в целом, так и по отдельным показателям.

В дальнейшем автор настоящей статьи планирует продолжить исследования в данной области и на основе представленного алгоритма разработать имитационно-аналитическую модель оценки эффективности композиционного равновесия ГПИ. Модель будет способна демонстрировать зависимость величин показателей оценки эффективности композиционного равновесия ГПИ и когнитивной, визуальной и моторной нагрузок, воздействующих на пользователей при работе с анализируемым ПП. Это позволит исследователям находить оптимальные решения при проектировании ГПИ, которые дадут возможность снизить нагрузки всех видов на пользователей и увеличить их работоспособность.

Также планируется реализовать ПП оценки эффективности композиционного равновесия ГПИ, который позволит сократить время на вычисления и автоматизировать сам процесс оценки.

### Литература

1. Norman D. A. *Living with Complexity*. The MIT Press, 2010. 308 p.
2. Уэйншенк С. *Интуитивный веб-дизайн*. СПб.: Эскмо, 2011. 160 с.
3. Нильсен Я. *Mobile Usability. Как создавать идеально удобные приложения для мобильных устройств*. М.: Эскмо, 2013. 256 с.
4. Круг С. *Веб-дизайн, или Не заставляйте меня думать!* М.: Символ-Плюс, 2008. 216 с.
5. Вострых А. В. Анализ инновационных технологий, обеспечивающих безопасность граждан в техносферных системах // *Комплексные проблемы техносферной безопасности. Научный и практический подходы к развитию и реализации технологий безопасности: сборник статей по материалам XVII Международной научно-практической конференции (Воронеж, 26 марта 2021 г.)* / отв. ред. П. С. Куприенко. Воронеж, 2021. С. 205–210.
6. Богданова Е. М., Максимов А. В., Матвеев А. В. Информационная система прогнозирования чрезвычайных ситуаций при использовании адаптивных моделей // *Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России»*. 2019. № 2. С. 65–70.
7. Раскин Д. *Интерфейс. Новые направления в проектировании компьютерных систем*. М.: Символ, 2007. 257 с.
8. Демшина А. Ю. *Нейроэстетика: наука, искусство и цифровая культура XXI века* // *Вестник Санкт-Петербургского государственного института культуры*. 2023. № 2 (55). С. 21–26.
9. Круг С. *Как сделать сайт удобным. Юзабилити по методу Стива Круга*. СПб.: Питер, 2010. 170 с.
10. Уэйншенк С. *100 главных принципов дизайна. Как удержать внимание*. СПб.: Питер, 2011. 272 с.
11. Волошинов А. В. *Математика и искусство*. М.: Просвещение, 1992. 344 с.
12. Вострых А. В. Модель описания элементов информационных систем, ориентированных на человеко-машинное взаимодействие // *Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика*. 2021. № 11. С. 23–30.

13. Norman D. A. Why We Love (or Hate) Everyday Things. Basic Books, 2005. 272 p.

14. Уэйншенк С. 100 новых главных принципов дизайна. Как удерживать внимание. СПб.: Питер, 2016. 290 с.

15. Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication // Bell System Technical Journal. 1948. PP. 379–423.

Статья поступила 01 ноября 2023 г.

Одобрена после рецензирования 22 декабря 2023 г.

Принята к публикации 25 декабря 2023 г.

### Информация об авторе

*Вострых Алексей Владимирович* – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной математики и информационных технологий Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. E-mail: a.vostrykh@list.ru

## Algorithm for Evaluating the Effectiveness of Compositional Equilibrium of Graphical User Interfaces

A. Vostrykh

The Saint-Petersburg University State Fire Service of EMERCOM of Russia,  
St. Petersburg, 196105, Russian Federation

**Formulation of the problem:** with the rapid development of information technology, numerous analogues of multidisciplinary programs are increasingly appearing on the software market. Despite the similarity of functions and identical sets of tools, these programs have different graphical user interfaces - program shells that provide the user with the opportunity to interact with the program using logic. In most cases, the overall assessment of users regarding the quality of programs depends on the effectiveness of interfaces. Having a scientific and methodological tool for assessing the effectiveness of interfaces, we can analyze them for the presence of various defects. Currently, there is no comprehensive tool for assessing the effectiveness of interfaces in the scientific literature. **The purpose of the work** is to develop evaluation tools that allow assessing the effectiveness of software product interfaces in numerical form. **Methods:** to achieve the stated goal, a comparative analysis of existing quantitative methods, metrics and laws from the scientific literature and international standards for software design and their software interfaces was carried out. **Novelty:** in comparison with existing methods, the developed approach is presented in the form of an algorithm capable of calculating indicators in the direction of the effectiveness of the compositional equilibrium of graphical user interfaces, which has not previously been evaluated by other researchers. **Result:** an algorithm has been developed for assessing the effectiveness of the compositional balance of graphical user interfaces, which allows for the evaluation and comparison of software products in this area.

**Keywords:** graphical user interface, algorithm, compositional balance, efficiency, contrast, balance

### Information about Author

*Aleksey Vostrykh* – Ph D of technical sciences, senior lecturer of Department of applied mathematics and information technology (The Saint-Petersburg University State Fire Service of EMERCOM of Russia). E-mail: a.vostrykh@list.ru