

УДК 687.016.1:7.045.2

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗМЕНЕНИЯ МОДЫ  
ЗА ИССЛЕДУЕМЫЙ ПЕРИОД (с 1981 по 2003 гг.) ДЛЯ АНАЛИЗА МОДЫ**

*Т.Л. МАКАРОВА, С.Л. МАКАРОВ*

**(Международный институт рекламы,  
Московский государственный институт электроники и математики)**

Для обобщенной характеристики коллекции или моды некоторого периода требуется количественная оценка. Одним из вариантов количественной оценки впечатления от образа модного костюма может быть уровень его позитивности [1]. Эта же оценка может быть использована для характеристики коллекции (моды или стиля).

Вычислим количественную оценку уровня позитивности коллекции по формуле

$$D = \sum_{i=1}^{55} x_i d_i, \quad (1)$$

где  $x_i = 0$ , если  $i$ -й символ отсутствует в

информационно-знаковой системе "костюм" (ИЗСК) коллекции; иначе  $x_i = 1$ ;  $d_i$  – коэффициент (экспертная оценка) позитивности соответствующего символа,  $i$  – порядковый номер символа во множестве

элементов ИЗСК (табл. 1 – распределение символов множества элементов информационно-знаковой системы "костюм" по классам позитивности) [2].

Т а б л и ц а 1

Множество элементов информационно-знаковой системы "костюм"											
1 класс: позитивные символы				2 класс: амбивалентные символы				3 класс: негативные символы			
№	Символ	$d_{1,i}$	Значение $d_{1,i}$	№	Символ	$d_{2,i}$	Значение $d_{2,i}$	№	Символ	$d_{3,i}$	Значение $d_{3,i}$
1		$d_{1,1}$	41,71	1		$d_{2,1}$	176,61	1		$d_{3,1}$	0,01
2		$d_{1,2}$	25,74	2		$d_{2,2}$	109,16	2		$d_{3,2}$	0,02
3		$d_{1,3}$	15,97	3		$d_{2,3}$	67,45	3		$d_{3,3}$	0,03
4		$d_{1,4}$	9,87	4		$d_{2,4}$	41,71	4		$d_{3,4}$	0,05
5		$d_{1,5}$	6,10	5		$d_{2,5}$	25,74	5	1	$d_{3,5}$	0,08
6		$d_{1,6}$	3,77	6		$d_{2,6}$	15,97	6		$d_{3,6}$	0,13
7		$d_{1,7}$	2,33	7		$d_{2,7}$	9,87	7		$d_{3,7}$	0,21
8		$d_{1,8}$	1,44	8		$d_{2,8}$	6,10	8		$d_{3,8}$	0,34
9		$d_{1,9}$	0,89	9		$d_{2,9}$	3,77	9		$d_{3,9}$	0,55
10		$d_{1,10}$	0,55	10		$d_{2,10}$	2,33				
11		$d_{1,11}$	0,34	11		$d_{2,11}$	1,44				
12		$d_{1,12}$	0,21	12		$d_{2,12}$	0,89				
13		$d_{1,13}$	0,13	13		$d_{2,13}$	0,55				
14		$d_{1,14}$	0,08	14		$d_{2,14}$	0,34				
15		$d_{1,15}$	0,05	15		$d_{2,15}$	0,21				
16		$d_{1,16}$	0,03	16		$d_{2,16}$	0,13				
17		$d_{1,17}$	0,02	17		$d_{2,17}$	0,08				
18		$d_{1,18}$	0,01	18		$d_{2,18}$	0,05				
				19		$d_{2,19}$	0,03				
				20		$d_{2,20}$	0,02				
				21		$d_{2,21}$	0,01				
4 класс: группы цветов (значения $d_{4,i}$ )											
1		$d_{4,1}$	0,21	4		$d_{4,4}$	0,05	7		$d_{4,7}$	0,01
2		$d_{4,2}$	0,13	5		$d_{4,5}$	0,03				
3		$d_{4,3}$	0,08	6		$d_{4,6}$	0,02				

Значения коэффициентов позитивности символов определяются экспертными оценками; они являются частью информационно-знаковой системы "костюм". Частоты встречаемости символов определяются экспериментально. Значения уровня позитивности, определенные по формуле (1), образуют ряд экспериментальных точек, по которым может быть построен график, то есть могут решаться задачи интерполяции и экстраполяции. Это обеспечивает решение задач анализа состояния и прогноза развития модного костюма.

При решении задачи прогноза требуется по заданному (прогнозируемому) значению уровня позитивности определить характеристики перспективных моделей костюма. Такими характеристиками в ИЗСК является множество актуальных символов. В настоящей работе впервые для объективного определения множества актуальных символов, соответствующего заданному уровню позитивности  $D$ , предлагается решать задачу целочисленного программирования:

$$|D - \sum_{i=1}^{55} x_i d_i| \rightarrow \min, \quad (2)$$

где  $x_i = 0$ , если  $i$ -й символ отсутствует в ИЗСК коллекции; иначе  $x_i = 1$ ;  $d_i$  – коэффициент позитивности соответствующего символа,  $i$  – порядковый номер символа во множестве элементов ИЗСК [1], [2].

Обоснуем структуру принятой математической модели.

В общем случае поставленная задача требует полного перебора возможных наборов значений параметров  $x$ . ИЗСК включает в себя множество, состоящее из 55 символов. Число возможных сочетаний из 55 символов равно  $2^{55}$ .

Для обработки каждого варианта сочетания символов требуется около 100 команд, которые выполняются не менее чем за 32 такта. Тогда общее число тактов, выполнение которых необходимо для решения задачи (2), составляет

$$2^{55} \cdot 320 \cong (10^3)^5 \cdot 10^4 = 10^{19}.$$

Пусть при решении задачи используется процессор с тактовой частотой 10 ГГц (на сегодняшний день это один из самых мощных процессоров персонального компьютера (ПК): в среднем используется процессор 1 ГГц). Тогда прямой перебор, требующий не менее  $10^{19}$  тактов, выполняется за время  $t = 10^{19} / 10^{10} = 10^9$  с.

Переведем эту величину в часы:  $10^9 / 3600 = 10^6 / 3,6 \geq 2,5 \cdot 10^5$  часов. Переведем полученное значение в сутки:  $2,5 \cdot 10^5 / 24 \approx 1,0 \cdot 10^4$  дней. Переведем в годы:  $1,0 \cdot 10^4 / 365 = 1,0 \cdot 10^2 / 3,65 \geq 2,5 \cdot 10^1$ , то есть не менее 25 лет.

Для уменьшения размерности задачи выделим 3 подсистемы символов (позитивные, амбивалентные и негативные) и будем решать задачу для каждой системы отдельно. Тогда задача размерности  $2^{55}$  сводится к 3 задачам, размерность которых в среднем не превышает  $2^{19}$ .

Ниже приводится оценка временной сложности указанных задач:

$$\begin{aligned} &\text{процессор } 10 \text{ ГГц, тактов } 2^{21}: \\ &t_i = 4 \cdot 10^6 / 10^{10} \approx 4 \cdot 10^{-4} \text{ с.} \end{aligned}$$

$$\text{Для 18 задач: } 18 \cdot 4 \cdot 10^{-4} = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

Мы получили 7,2 мс, то есть задача решается в реальном масштабе времени.

Таким образом, для описания уровня позитивности развитие системы "костюм" характеризуется 14 графиками. Эти графики характеризуют уровень позитивности каждой из 6 подсистем ИЗСК. В свою очередь каждый из этих графиков складывается из 3 составляющих функций (графиков: позитивные, амбивалентные, негативные символы ИЗСК). Все цвета объединяются в единую подсистему из-за их небольшого количества (7 цветовых групп), а также вследствие сравнительно небольшой разности их уровня позитивности. Состояние этой подсистемы представляется одним графиком.

Таким образом, состояние коллекции или изменение моды представляется 14 графиками: для 4 подсистем "форма костюма", "материал костюма", "форма фона" и "материал фона" мы строим по 3 графика (всего 12 графиков), а для подсистем "цвет

костюма" и "цвет фона" – по 1 графику. Изменение выявленных 6 подсистем представлено в [1].

Пусть, как и прежде, используется процессор 10 ГГц и для расчета одного варианта требуется 100 тактов. Тогда временная сложность решения задачи составит  $t = 2 \cdot 10^6 / 10^{10} = 2 \cdot 10^{-4}$  с.

Специалисты в области психологии и искусствоведения различают сильно позитивные, позитивные, амбивалентные, негативные и сильно негативные символы. Таким образом, у специалистов указанных областей принято классифицировать символы по характеру воздействия на психику человека либо по выражению тенденции развития, как отдельной личности, так и общества в целом [1].

Нами предлагается выделить 3 класса позитивности символов, 4 класс – для цветов (характеризует позитивность цветов):  $d_{k,i}$   $i = 1, \dots, n_k$  где  $k$  – порядковый номер класса позитивности,  $k = 1, \dots, 4$ ,  $i$  – номер символа в классе позитивности,  $n_k$  – номер последнего символа  $k$ -го класса исследуемой подсистемы.

Уровень ИЗСК в целом определяется уровнями позитивности подсистем:

- 1) уровень "Форма костюма",
- 2) уровень "Материал костюма",
- 3) уровень "Форма фона",
- 4) уровень "Материал фона",
- 5) уровень "Цвет костюма",
- 6) уровень "Цвет фона".

Уровень позитивности каждой подсистемы в свою очередь определяется 3 составляющими:

- уровень позитивности позитивных символов;
- уровень позитивности амбивалентных символов;
- уровень позитивности негативных символов.

Для того, чтобы указанные характеристики символов могли бы использоваться в вычисленных алгоритмах, они должны быть представлены в виде числовых значений (табл. 1).

В качестве таких значений нами приняты следующие коэффициенты позитивности символов (табл. 1).

1. Коэффициенты позитивных символов принимают значения из приведенного ниже множества:  $d_{1,i} \in \{0,01, \dots, 41,71\}$ .

2. Для амбивалентных символов возможные значения коэффициентов выбираются из множества:  $d_{2,i} \in \{0,01, \dots, 176,61\}$ .

3. Значения коэффициентов негативных символов выбираются из следующего множества:  $d_{3,i} \in \{0,01, \dots, 0,55\}$ .

4. Коэффициенты позитивности цветов принимают значения из следующего множества:  $d_{4,i} \in \{0,01, \dots, 0,21\}$ .

Указанные оценки вычисляются по следующим формулам:

$$D_1^r = \sum_{i=1}^{18} x_i d_{1,i}, \quad (3)$$

$$D_2^r = \sum_{i=1}^{21} x_i d_{2,i}, \quad (4)$$

$$D_3^r = \sum_{i=1}^9 x_i d_{3,i}, \quad (5)$$

$$D_4^p = \sum_{i=1}^7 x_i d_{4,i}, \quad (6)$$

где  $r = (1 \div 4)$  – номер подсистемы, характеризующей форму или материал костюма или фона (табл. 2 – порядковые номера подсистем информационно-знаковой системы "костюм"),  $p = (5 \div 6)$  – номер подсистемы, характеризующей цвет костюма или фона;  $x_i = 0$ , если  $i$ -й символ отсутствует в ИЗСК коллекции; иначе  $x_i = 1$ ;  $d_{1,i}$ ,  $d_{2,i}$ ,  $d_{3,i}$ ,  $d_{4,i}$  – коэффициенты (экспертные оценки) позитивности символов и групп цветов в соответствии с таблицей 1;  $i$  – порядковый номер символа в соответствующем классе позитивности.

Т а б л и ц а 2

№ подсистемы	Название подсистемы информационно-знаковой системы "костюм"
1	Форма костюма
2	Материал костюма
3	Форма фона
4	Материал фона
5	Цвет костюма
6	Цвет фона

Система уравнений (3...6) представляет собой математическую модель эстетического восприятия коллекции или моды в целом (как общественного явления) [1], [2], которая использована авторами для расчетов описаний перспективных моделей костюмов в терминах ИЗСК [2] и разработки нового метода исследования костюма и моды [1], [2].

## ВЫВОДЫ

1. Разработана математическая модель изменения моды с целью ее анализа за период (с 1981 по 2003 гг.). На основе математической модели изменения моды создан новый метод исследования костюма и моды. Авторами разработаны и защищены программа и база данных, позволяющие рассмотреть моду за период от нескольких недель до десятков лет.

2. Результаты работы используются авторами в научных исследованиях (анализ моды за 1901 – 2008 гг.) и в проектировании современных костюма, среды и рекламы; в создании творческих работ (графика, компьютерная графика).

## ЛИТЕРАТУРА

1. *Макарова Т.Л.* Мода как процесс формирования информационно-знаковых систем в costume. Дисс....канд. техн. наук. – М., МГТУ им. А. Н. Косыгина. 2004.

2. *Макарова Т.Л., Макаров С.Л.* Применение информационных технологий в исследовании информационно-знаковой системы "Костюм" // Тез. докл. Всероссийск. научн. конф.: Информационные технологии в образовательной, научной и управленческой деятельности (ИНФОТЕКСТИЛЬ-2004). – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

Рекомендована кафедрой гуманитарных дисциплин Международного института рекламы. Поступила 05.06.08.