

**Мурашов Леонид Максимович**

аспирант

ФГАОУ ВО «Российский государственный  
гуманитарный университет»

г. Москва

DOI 10.31483/r-153905

## **СИНТЕЗ ВИЗУАЛЬНОГО МАКЕТА РЕКЛАМЫ ТОВАРОВ КАК ЗАДАЧА ДИСКРЕТНО-НЕПРЕРЫВНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ**

**Аннотация:** в статье рассматривается проблема формализации синтеза визуальных макетов товарной рекламы в условиях цифровых маркетплейсов. Показано, что ручная компоновка рекламных материалов характеризуется высокой субъективностью и низкой масштабируемостью. Цель исследования состоит в разработке формальной постановки задачи компоновки рекламного макета. В работе используется методология математического моделирования и теории принятия решений. Установлено, что задача синтеза макета сводится к задаче смешанного дискретно-непрерывного математического программирования с комбинаторной структурой и эвристической функцией качества.

**Ключевые слова:** визуальный макет рекламы, автоматическая компоновка, цифровые маркетплейсы, дискретно-непрерывная оптимизация, математическое программирование, эвристическая функция качества, геометрические ограничения, теория принятия решений, генерация рекламного контента.

Автор выражает благодарность Надеждину Евгению Николаевичу, доктору технических наук, профессору, профессору кафедры информационных технологий и систем ФИСБ ИИНТБ РГГУ, за внимательное рассмотрение и проверку работы, а также за ценные замечания и рекомендации.

### **1. Введение и постановка прикладной задачи.**

Цифровая товарная реклама в последние годы трансформировалась в массовый, высокочастотный и экономически значимый процесс, тесно связанный с развитием маркетплейсов и омниканальных стратегий продаж. Визуальное

представление товара выступает одним из ключевых факторов формирования пользовательского восприятия, доверия и конверсии, напрямую влияя на коммерческую эффективность рекламных коммуникаций. В условиях роста объёмов цифрового контента и числа товарных позиций возрастает потребность в масштабируемых подходах к созданию рекламных макетов. Однако процесс компоновки визуальных элементов по-прежнему во многом остаётся ручным и слабо формализованным. Это приводит к высокой вариативности качества, значительным трудозатратам и ограниченной воспроизводимости решений.

Современные маркетплейсы выступают доминирующей средой распространения товарной рекламы, задавая жёсткие требования к форматам, структуре и визуальной выразительности контента [1]. Рекламный макет в данном контексте перестаёт быть уникальным дизайнерским артефактом и превращается в элемент массового производства, ориентированного на большие каталоги товаров и быстрые итерации. Ручной дизайн в таких условиях демонстрирует ограничения, связанные с субъективностью решений, высокой стоимостью и невозможностью оперативной адаптации под различные каналы и аудитории. При этом визуальное качество рекламы остаётся критически важным фактором вовлечения и доверия потребителей.

В рамках данной работы предлагается рассмотреть синтез визуального макета рекламы товара как научную задачу оптимального выбора конфигурации визуальных элементов. Исследовательская позиция заключается в том, что компоновка может быть формализована как задача поиска оптимального решения в пространстве допустимых конфигураций с учётом системы ограничений и эвристических предпочтений. Такая постановка позволяет перейти от субъективных дизайнерских решений к воспроизводимой и масштабируемой математической модели.

## *2. Формальная модель рекламного макета и пространство решений.*

Рекламный макет в рамках формального описания рассматривается как объект оптимизации, заданный в ограниченной двумерной области. Он состоит из конечного множества визуальных элементов, размещаемых внутри фиксированного фрейма. Каждый элемент моделируется в виде геометрического объекта,

форма и размеры которого определяются дискретным выбором варианта представления. Параметры компоновки при этом включают как непрерывные, так и дискретные компоненты. В результате формируется смешанное дискретно-непрерывное пространство решений.

### 2.1. Геометрическое представление элементов.

Пусть рекламный макет задаётся ограничивающей областью  $Frame \subset \mathbb{R}^2$ . Каждый визуальный элемент  $i$  описывается геометрической областью  $B_i \subset \mathbb{R}^2$ , представляющей его положение и форму в макете. Такое абстрактное представление позволяет отказаться от привязки к конкретным типам элементов (изображения, текстовые блоки, иконки) и рассматривать компоновку на уровне геометрических отношений. Аналогичные подходы применяются в задачах инженерной и графической компоновки, где элементы трактуются как размещаемые геометрические объекты [2; 6].

### 2.2. Дискретные варианты представления элементов.

Форма и размеры визуального элемента, как правило, не изменяются непрерывно, а выбираются из конечного набора допустимых вариантов. Для каждого элемента вводится дискретная переменная  $v_i \in \mathcal{V}_i$ , определяющая вариант его представления. Геометрия элемента при этом задаётся как  $B_i(v_i)$ , то есть зависит от выбранного дискретного состояния. Такой подход отражает практику цифровой рекламы, где элементы имеют заранее подготовленные шаблоны, масштабы и пропорции. Использование дискретных вариантов широко применяется в задачах автоматизированного дизайна и layout-оптимизации [5].

### 2.3. Вектор параметров компоновки.

Полная конфигурация рекламного макета описывается вектором параметров

$$\theta = (x_1, y_1, \dots, x_N, y_N; v_1, \dots, v_N; g_1, \dots, g_N),$$

где  $(x_i, y_i) \in \mathbb{R}$  задают координаты размещения элемента,  $v_i$  – индекс варианта его представления,  $g_i$  – индекс группы или структурной роли элемента. Таким образом, пространство решений имеет вид

$$\theta \in \mathbb{R}^{2N} \times \mathcal{V} \times \mathcal{G}.$$

Подобное смешанное пространство характерно для задач поддержки принятия решений и компоновки, сочетающих непрерывные параметры размещения и дискретный выбор альтернатив [3; 4].

### 3. Ограничения и эвристическая функция качества компоновки.

Требования к рекламному макету могут быть представлены в виде системы ограничений и эвристических критериев качества. Ограничения задают область допустимых решений и отражают геометрические и структурные правила компоновки. При этом визуальное качество не может быть сведено к единственному объективному показателю. В связи с этим вводится эвристическая функция качества, агрегирующая несколько частных критериев.

#### 3.1. Геометрические ограничения.

Базовые требования допустимости компоновки формализуются аналитически. Пересечения элементов описываются функцией

$$f_{\text{overlap}}(\theta) = \sum_{i < j} \text{Area}(B_i(v_i) \cap B_j(v_j))$$

Выход элементов за пределы фрейма учитывается как

$$f_{\text{frame}}(\theta) = \sum_i \text{Area}(B_i(v_i) \setminus \text{Frame})$$

Минимальные расстояния между элементами задаются выражением

$$f_{\text{dist}}(\theta) = \sum_{i < j} \max(0, d_{\min} - d_{ij})$$

Подобные ограничения широко используются в задачах оптимизации компоновки и обеспечивают геометрическую корректность решения [5; 6].

#### 3.2. Структурные и композиционные ограничения.

Помимо геометрической допустимости, рекламные макеты подчиняются структурным и композиционным правилам, отражающим иерархию и порядок элементов. Например, требование размещения заголовка выше основного контента может быть задано в виде штрафной функции

$$f_{\text{order}}(\theta) = \sum_{t \in T} \max(0, y_t - y_{\text{content}})$$

Такие ограничения формализуют дизайнерские принципы баланса, порядка и визуальной иерархии.

### 3.3. Эвристическая функция качества.

Визуальное качество рекламного макета не имеет «истинного» численного значения и оценивается совокупностью эвристических критериев. Для их объединения используется агрегирующая функция

$$F(\theta) = \sum_k w_k f_k(\theta)$$

где  $w_k$  – веса отдельных критериев. Такой подход позволяет учитывать эстетические, перцептивные и маркетинговые аспекты компоновки в рамках единой оптимизационной модели.

### 4. Постановка задачи в терминах математического программирования.

Все ранее введенные элементы могут быть объединены в единую задачу математического программирования. Целью является минимизация эвристической функции качества при выполнении системы ограничений. Задача имеет смешанную дискретно-непрерывную природу и характеризуется комбинаторным ростом пространства решений. Важно подчеркнуть, что предложенная постановка не зависит от конкретных алгоритмов решения и может служить основой для различных вычислительных подходов.

#### 4.1. Каноническая постановка задачи.

Задача синтеза рекламного макета формулируется следующим образом:

$$\min_{\theta} F(\theta)$$

при условиях  $g_i(\theta) \leq 0$ ,

$$\theta \in \mathbb{R}^{2N} \times \mathcal{V} \times \mathcal{G}.$$

Здесь функции  $g_i(\theta)$  представляют систему геометрических и структурных ограничений.

#### 4.2. Классификация задачи.

С точки зрения теории оптимизации данная задача относится к классу смешанных дискретно-непрерывных задач математического программирования. Она сочетает непрерывные переменные размещения и дискретный выбор альтернатив, что

определяет её вычислительную сложность. Аналогичные задачи рассматриваются в теории принятия решений и задачах компоновки сложных систем [3; 4].

### *5. Обсуждение и выводы.*

В работе предложена формализация задачи синтеза визуального макета рекламы товаров как задачи смешанного дискретно-непрерывного программирования. Показано, что рекламный макет может быть описан в виде объекта оптимизации с чётко заданным пространством решений, системой ограничений и эвристической функцией качества. Научный вклад заключается в универсальной постановке задачи, независимой от конкретных алгоритмов и ориентированной на масштабируемое применение в цифровой рекламе. Ограничением подхода является эвристический характер критериев качества, требующий эмпирической калибровки. Дальнейшие исследования могут быть направлены на интеграцию генеративных моделей и человеко-ориентированных процедур оценки в рамках предложенной формализации.

### *Список литературы*

1. Горбунов Д.Г. Эволюция глобальных маркетплейсов: тренды, технологии и будущее электронной коммерции / Д.Г. Горбунов // Экономика и социум. – 2025. – №3–2 (130). – С. 840–850 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-globalnyh-marketpleysov-trendy-tehnologii-i-budushee-elektronnoy-kommertsii> (дата обращения: 07.02.2026). EDN YVZCNP. DOI 10.5281/zenodo.15297916
2. Дискретные модели геометрического моделирования компоновки авиационной техники / Л.В. Маркин, Г.В. Корн, М.Х. Куи [и др.] // Труды МАИ. – 2016. – №86 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/diskretnye-modeli-geometricheskogo-modelirovaniya-komponovki-aviatsionnoy-tehniki> (дата обращения: 07.02.2026). EDN VUDSTD

3. Надеждин Е.Н. Методы моделирования и оптимизации интегрированных систем управления организационно-технологическими процессами в образовании: монография / Е.Н. Надеждин, Е.Е. Смирнова. – Тула: Изд-во Тульского гос. ун-та, 2013. – 250 с. EDN SDOJEV

4. Феоктистова Л.В. Модель принятия решений в задачах компоновки оборудования / Л.В. Феоктистова // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. – 2008. – №3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-prinyatiya-resheniy-v-zadachah-komponovki-oborudovaniya> (дата обращения: 07.02.2026). EDN JSKJYJ

5. GRIDS: Interactive Layout Design with Integer Programming / N.R. Dayama, K. Todi, T. Saarelainen [et al.] // Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. – 2020. – P. 1–13.

6. Mixed Integer Optimization for Layout Arrangement / E. Gomez-Nieto, W. Casaca, L.G. Nonato [et al.] // Proceedings of the International Conference on Graphics, Patterns and Images (SIBGRAPI). – 2013.