

МНОГОУРОВНЕВЫЙ ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ЭВОЛЮЦИОННЫЙ АЛГОРИТМ РАЦИОНАЛЬНОГО ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДВИЖЕНИЕМ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

К.В. Захарченков (*zaharchenkovkv@mail.ru*)

А.Е. Мисник (*anton@misnik.by*)

Е.Н. Шеробурко (*sheren@tut.by*)

Белорусско-Российский университет,
Республика Беларусь, Могилев

В работе описан многоуровневый иерархический эволюционный алгоритм рационального выбора параметров системы управления продвижением в социальных сетях. В рамках эволюционного моделирования реализован иерархический генетический алгоритм, позволяющий формировать оптимальные наборы характеристик публикаций и выбирать рациональные решения на основе целевой функции. Механизмы генетических операторов (селекция, скрещивание, мутация, элитарный отбор) обеспечивают поиск глобального оптимума. Отличительной особенностью предложенного алгоритма является рациональный выбор значений характеристик публикаций на первом уровне и рациональный выбор набора публикаций контент-плана на втором уровне. Предложенный алгоритм может использоваться для повышения эффективности продвижения товаров, работ и услуг в социальных сетях.

Ключевые слова: продвижение в социальных сетях, характеристики публикаций, формирование контент-плана, рациональные решения, эволюционное моделирование.

Введение

Интеллектуальная поддержка принятия управленческих решений при формировании стратегии продвижения в социальных сетях позволяет повысить эффективность маркетинговой деятельности предприятия на основе использования эволюционного моделирования для формирования контент-плана.

Предложенный многоуровневый иерархический эволюционный алгоритм рационального выбора параметров системы управления продвижением в социальных сетях позволяет ускорить и повысить качество формирования публикаций в социальных сетях за счет определения рационального набора характеристик публикаций на первом уровне и определения рационального набора публикаций контент-плана на втором уровне.

В результате сокращается время рационального выбора значений характеристик публикаций, формирования контент-плана, соответствующего требованиям целевого сегмента рынка, что ведет к повышению узнаваемости организации и формированию ее положительного имиджа, усилению лояльности потребителей, увеличению объема продаж, повышению прибыли, рентабельности и улучшению иных финансовых показателей.

1. Продвижение в социальных медиа

Маркетинг в социальных медиа (SMM) – это деятельность, которая представляет собой комплекс мероприятий, направленных на поддержание взаимоотношений с потребителями в социальных медиа [Скоробогатых, 2025].

В последние годы социальные сети стали играть значительную роль в маркетинговой деятельности предприятий и организаций. Они оказывают влияние на жизнедеятельность как отдельного человека, так и организаций и общества в целом. Маркетинг социальных медиа является эффективным инструментом, с помощью которого предприятие взаимодействует с потребителями.

Формирование контента является ответственным моментом в формировании стратегии продвижения в социальных сетях. Публикации должны носить регулярный характер, чтобы потребитель не утратил интерес к продукции компании. Вместе с тем, они не должны быть избыточными, чтобы не вызвать негативной реакции, и, как следствие, уход подписчиков. Они должны публиковаться во время наибольшей активности целевой аудитории. Данные об активности можно получить, используя инструменты и сервисы статистики и анализа социальных сетей. Публикации должны быть своевременными и соответствовать настроениям и восприятию целевой аудитории [Смолина, 2024].

Ведение социальных сетей является достаточно трудозатратным процессом, который, вместе с тем, может быть в определенной степени формализовано и автоматизировано с использованием технологий интеллектуальной поддержки принятия решений.

В соответствии с аналитическим докладом Национального центра развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации, 97% организаций, использующих искусственный интеллект, получили тот или иной финансовый или нефинансовый эффект. При этом 36% организаций получили существенный или многократный экономический

эффект от его использования. Наибольший эффект достигается с точки зрения скорости и качества деловых процессов (отмечен 44% организаций) [Индекс, 2024].

Вопросы использования искусственного интеллекта в рамках маркетинговой деятельности в последние годы все больше привлекают внимания отечественных зарубежных ученых.

Будко С.А. и Окрестина О.Р. рассматривают управление технологиями в сфере маркетинга [Будко и др., 2024].

Барина Н.В. и Барин В.Р. изучают вопросы поискового маркетинга, технологии социального медиамаркетинга и краудтехнологии [Барина, 2020].

Казыханов А., Давлетшин, Р.Р., Кузнецова Е.В. изучают возможности использования искусственного интеллекта в маркетинговой деятельности организаций, его актуальности и влиянии на разработку современных бизнес-процессов [Казыханов и др., 2024].

Вопросам анализа и оценки текстового контента посвящены работы А.В. Благова и И.А. Рыцарева. Они рассматривают подходы к классификации текстовых данных в социальных сетях методами k-means с использованием метрики TF-IDF, а также LDA-алгоритма.

K-means – это один из наиболее распространённых алгоритмов кластеризации, который относится к неиерархическим итеративным алгоритмам.

TF-IDF – статистическая мера, используемая для оценки важности слова в контексте документа, являющегося частью коллекции документов или корпуса. Она часто используется в задачах анализа текстов и информационного поиска, например, как один из критериев релевантности документа поисковому запросу, при расчёте меры близости документов при кластеризации.

LDA алгоритм основан на определении наиболее употребляемых тем, которые могут образовывать кластеры. Эта позволяет создать вероятностную модель большой коллекции текстов [Благов, 2020].

Вместе с тем возможности использования эволюционного моделирования в сфере маркетинга социальных сетей в литературе не раскрыты достаточно полно.

Эволюционное моделирование позволит решить важнейшую задачу планирования продвижения в социальных сетях – рациональное распределение временных и финансовых ресурсов для своевременного формирования публикаций и эффективного продвижения организации в социальных сетях [Карпенко, 2017].

2. Постановка задачи рационального выбора параметров системы управления продвижением в социальных сетях

Пусть лицо, принимающее решения (ЛПР) выбирает состав публикаций, из которых состоит контент-план (kp) из множества допустимых составов публикаций ($\{publ_{kpi}\}$). В результате выбора состава публикаций контент-плана, исходя из целей системы управления продвижением, реализуется контент-план, содержащий множество публикаций, необходимых для реализации контент-плана. Каждая публикация характеризуется тематикой $Topics_{kpi}$, привязкой к датам и событиям $\{DEpubl_{kpi}\}$ и сроком $\{Tpubl_{kpi}\}$.

Допустимым является состав публикаций, в котором выполнены все условия по темам, привязке к датам и событиям и срокам публикаций.

Задача рационального выбора параметров системы управления продвижением в социальных сетях включает два этапа:

1. Определение рационального набора характеристик публикации, подлежащей размещению.

2. Определение рационального набора публикаций контент-плана.

Пусть $НП = \{Пik\}$ – набор i -х публикаций, $k=1..Ki$, где Ki – количество разновидностей i -ой публикации, подлежащей размещению. $РП = \{РПik\}$ – стоимость i -й публикации, $i=1..N$, где N – количество публикаций, подлежащих размещению. $QP = \{QPik\}$ – количество публикаций, подлежащих размещению.

Пусть $spcj(НПik)$ – нормированная j -я характеристика k -ой позиции набора i -й публикации $НПik$; aij – значимость j -й характеристики i -й публикации для ЛПР, aij – определяются на основе матриц парных сравнений метода Т. Саати.

Целевая функция решения задачи определения рационального набора характеристик публикации, подлежащей размещению, определяется следующим образом:

$$F_{publ} = \sum j aij \cdot spcj(НПik) \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

$$QL(Пik) \in [QLPimin; QLPimax], T(Пik) \in [TPimin; TPimax].$$

Целевая функция решения задачи определения рационального набора публикаций контент-плана имеет вид:

$$F_{kp} = \sum i РПik \cdot QPik \rightarrow \min. \quad (2.2)$$

3. Алгоритм определения рационального набора значений характеристик публикации

Опишем основные шаги алгоритма [Заровчатская, 2025].

Подготовительный шаг. Задаются параметры генетического алгоритма:

- количество публикаций N_{publ} ;
- количество итераций ;
- номер итерации $i=1$.

Особь в популяции (генотип) представляет собой массив, содержащий значения характеристик публикации.

ЛПР принимает решение по первоначальному формированию значений характеристик публикаций.



Рис. 1. Алгоритм определения характеристик публикации

Шаг 1. Вычисляется целевая функция для каждого варианта значений характеристик.

Шаг 2. Операция селекции. Используется турнирный отбор. Проводится два раунда турнирного отбора. В каждом раунде случайным образом отбирается заданное количество вариантов значений характеристик публикаций. Родителем становится вариант распределения с наилучшей целевой функцией.

Шаг 3. Операция скрещивания. Используется кроссинговер порядка. Случайным образом выбирается точка разрыва, в соответствии с которой генотип набора значений характеристик публикации (родителя) делится на две секции, и родители обмениваются ими.

Шаг 4. Операция мутации. Используется мутация, которая заключается в замене значения характеристики публикации другим значением из множества возможных вариантов.

Результатом шага 4 являются новые варианты наборов значений характеристик публикаций.

Шаг 5. Сокращение количества вариантов наборов значений характеристик публикаций. Применяется стратегия элитарного отбора. Промежуточная популяция включает исходные варианты значений характеристик публикации, варианты значений характеристик публикации, полученные в результате скрещивания и мутации. Для дальнейшей работы выбирается подмножество вариантов значений характеристик публикаций численностью N_{publ} с наилучшими значениями целевой функции.

Проверяются условия:

- если $i < \dots$, то $i=i+1$, и выполняется переход к шагу 2;
- если $i = \dots$, то выполняется переход к шагу 6;
- если наилучшее значение целевой функции не улучшилось, то выполняется переход к шагу 6.

Шаг 6. Завершение работы алгоритма. В качестве решения задачи выбирается вариант значений характеристик публикации с наилучшим значением целевой функции из последней популяции.

4. Алгоритм определения рационального набора публикаций контент-плана

На втором этапе формируется контент-план с набором публикаций, рациональные значения характеристик которых определены на предыдущем этапе (рис. 2).

Опишем основные шаги алгоритма [Заровчатская, 2025].

Подготовительный шаг. Задаются параметры генетического алгоритма:

- количество вариантов контент-плана $N_{кр}$;
- количество итераций \dots ;
- номер итерации $i=1$.

Особь в популяции (генотип) представляет собой массив, содержащий набор публикаций, входящих в контент-план.

ЛПР принимает решение по первоначальному формированию набора публикаций, входящих в контент-план.

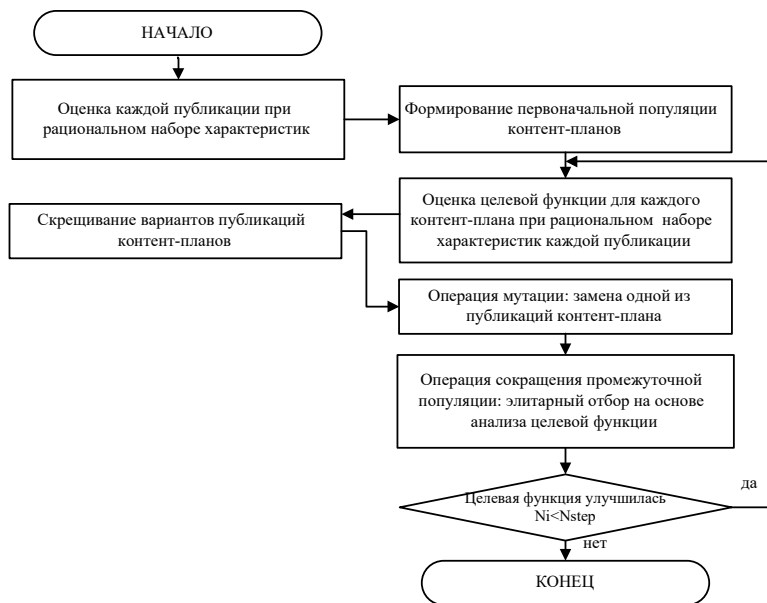


Рис. 2. Схема иерархического эволюционного алгоритма формирования контент-плана

Шаг 1. Вычисляется целевая функция для каждого варианта контент-плана.

Шаг 2. Операция селекции. Используется турнирный отбор. Проводится два раунда турнирного отбора. В каждом раунде случайным образом отбирается заданное количество вариантов контент-плана. Родителем становится вариант распределения с наилучшей целевой функцией.

Шаг 3. Операция скрещивания. Используется кроссинговер порядка. Случайным образом выбирается точка разрыва, в соответствии с которой генотип контент-плана родителей делится на две секции, и родители обмениваются публикациями, содержащимися в этих секциях.

Шаг 4. Операция мутации. Используется мутация, которая заключается в замене публикации в контент-плане другой публикацией из множества публикаций.

Результатом шага 4 являются новые варианты контент-планов.

Шаг 5. Сокращение количества вариантов контент-планов. Применяется стратегия элитарного отбора. Промежуточная популяция включает исходные варианты контент-планов, варианты контент-планов, полученные в результате скрещивания и мутации. Для дальнейшей работы выбирается подмножество вариантов распределения численностью N_p с наилучшими значениями целевой функции.

Проверяются условия:

- если $i < \dots$, то $i=i+1$, и выполняется переход к шагу 2;
- если $i = \dots$, то выполняется переход к шагу 6;
- если наилучшее значение целевой функции не улучшилось, то выполняется переход к шагу 6.

Шаг 6. Завершение работы алгоритма. В качестве решения задачи выбирается вариант контент-плана с наилучшим значением целевой функции из последней популяции.

5. Экспериментальная проверка алгоритма

Экспериментальная проверка алгоритма проводилась в рамках формирования контент-плана публикаций в социальных сетях для продвижения мобильных регистраторов выполнения сварочных работ. Число публикаций в контент-плане варьировалось от 10 до 30, а число вариантов контент-планов – от 10 до 20.

Для оценки качества публикаций использовались стандартные KPI-метрики – охват, коэффициент вовлеченности (количество оценок «мне нравится», комментарии, репосты), коэффициент конверсии, увеличение узнаваемости. Для оценки качества контент-плана – минимизация общего объема инвестиций в продвижение.

Результаты работы алгоритма сравнивались с результатами формирования контент-плана, выполняемого SMM-специалистом без использования технологий искусственного интеллекта.

Вероятность скрещивания выбиралась равной 0,8, а вероятность мутации равной 0,05. Значение целевой функции решения задачи определения рационального набора характеристик публикации, подлежащей размещению F_{publ} , рассчитывалось по формуле (2.1). Значение целевой функции решения задачи определения рационального набора публикаций контент-плана F_{cp} – по формуле (2.2).

Показатели работы алгоритма формирования характеристик публикаций, равного 30, представлены в табл. 1. Для сравнения выбирались два варианта формирования характеристик публикации, выполняемого SMM-специалистом: между характеристиками публикаций с номерами 1-15 и между характеристиками публикаций с номерами 16-30. Из табл. 1 видно, что в первом случае применение эволюционного алгоритма распределения привело к улучшению значения целевой функции на 28,21%, а во втором случае – на 22,31%.

Таблица 1

	Формирование SMM- специалистом		Итерация генетического алгоритма				
	№ 1-15	№ 16-30	1	3	7	9	итоговый
<i>Fpubl</i>	9,286	9,734	9,338	9,764	10,467	11,479	11,906

В табл. 2 представлены показатели работы алгоритма формирования контент-плана из 20 вариантов наборов, состоящих из 20 публикаций. Для сравнения выбирались два варианта формирования контент-плана, выполняемого SMM-специалистом: между контент-планами с номерами 1-10 и между контент-планами с номерами 11-20. Из табл. 2 видно, что в первом случае применение эволюционного алгоритма распределения привело к улучшению значения целевой функции на 13,95%, а во втором случае – на 20,43%.

Таблица 2

	Формирование SMM- специалистом		Итерация генетического алгоритма				
	№ 1-10	№ 11-20	1	3	7	9	итоговый
<i>Fkp</i>	11,748	12,705	13,705	13,476	12,873	11,205	10,109

Для остальных задач формирования контент-плана были получены схожие результаты. В целом результаты экспериментальной проверки подтвердили эффективность применения разработанного эволюционного алгоритма для разработки контент-плана продвижения мобильных регистраторов сварочных работ по сравнению с распределением SMM-специалистом без использования технологий искусственного интеллекта.

Заключение

В статье представлен многоуровневый иерархический эволюционный алгоритм рационального выбора параметров системы управления продвижением в социальных сетях.

Предложенный алгоритм формирования контент-плана с использованием эволюционного моделирования с реализацией рационального выбора характеристик публикаций позволяет улучшить эффективность маркетинга за счёт автоматизации и персонализации контента.

Основные преимущества предложенного алгоритма:

- автоматизация процессов подготовки публикаций и принятия решений;
- повышение скорости и качества обработки данных;
- снижение трудозатрат и повышение эффективности управления продвижением в социальных сетях.

Список литературы

- [Баринаова, 2020]. Баринаова Н.В., Баринов В.Р. Трансформация экономического поведения потребителей в цифровом мире // Вестник РЭА им. Г.В. Плеханова. – 2020. – № 5(113).
- [Благов, 2020] Благов А.В., Рыцарев И.А. Анализ социальных сетей: учебное пособие. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2020. – 104 с.
- [Будко и др., 2024] Будко С.А., Окрестина О.Р. Управление технологиями в сфере маркетинга // Вестник науки. – 2024. – № 11(80). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-tehnologiyami-v-sfere-marketinga> (дата обращения: 22.07.2025).
- [Борисов, 2024] Борисов В.В., Шеробурко Е.Н., Мрочек Т.В. Планирование закупок в бюджетных организациях с использованием эволюционного моделирования // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте: Сборник научных трудов XII Международной научно-практической конференции (ИММВ-2024, Коломна, 14-17 мая 2024 г.). В 2-х т. Т. 1. – Смоленск: Универсум, 2024. – С. 329-340.
- [Гладков, 2019] Гладков Л.А., Гладкова Н.В. Интегрированный подход к решению задач оптимизации на основе методов эволюционного проектирования и мультиагентных технологий // Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. – 2019. – № 1(34). – С. 1-8.
- [Заровчатская, 2025] Заровчатская Е.В., Захарченков К.В., Подвесовский А.Г. Алгоритм интеллектуальной поддержки принятия решений при управлении распределением сварочных работ между исполнителями // Эргодизайн. – 2025. – № 2(28). – С. 117-125.
- [Захарченков, 2018] Захарченков К.В., Вайнилович Ю.В. Методика многоуровневого управления учебными IT-проектами // Энергетика, информатика, инновации – 2018 (инновационные технологии и оборудование в промышленности, управление инновациями, экономика и менеджмент, научные исследования в области физической культуры, спорта и общественных наук): Сб. трудов VIII междунар. науч.-техн. конф. – Смоленск: Универсум, 2018. – Т. 3. – С. 18-21.
- [Индекс, 2024] Индекс готовности приоритетных отраслей экономики Российской Федерации к внедрению искусственного интеллекта. Аналитический доклад. – М.: Национальный центр развития искусственного интеллекта при Правительстве Российской Федерации, 2024. – IV + 85 с.
- [Казыханов и др., 2024] Казыханов А., Давлетшин Р.Р., Кузнецова Е.В. Использование искусственного интеллекта в маркетинговой деятельности организаций [Электронный ресурс] // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2024. – №2-1(118). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-v-marketingovoy-deyatelnosti-organizatsiy> (дата обращения: 22.07.2025).
- [Карпенко, 2017] Карпенко А.П. Современные алгоритмы поисковой оптимизации. Алгоритмы, вдохновленные природой: учебное пособие. – 2-е изд. – М.: МГТУ им. Баумана, 2017. – 448 с.
- [Скоробогатых, 2025] Скоробогатых И.И., Сидорчук Р.Р., Андреева С.Н. Маркетинг: создание и донесение потребительской ценности: учебник. – М.: ИНФРА-М, 2025. – 589 с.
- [Смолина, 2024] Смолина В.А. SMM с нуля. Секреты продвижения в социальных сетях: практическое пособие. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024. – 224 с.