

УДК 004.891:339.138:159.9.07

АДАПТАЦИЯ ЦИФРОВОГО КОНТЕНТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕРАТИВНОГО ИИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА БИОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ (EMG, ТЕПЛОВЫЕ КАРТЫ)

Андрющенко Олеся Игоревна,

студентка, Финансовый университет при Правительстве РФ, Москва, Ленинградский
проспект, д. 49, lessa.ay@yandex.ru

Аннотация

Эволюция цифровых экосистем сопровождается кризисом внимания: традиционные метрики веб-аналитики, фиксирующие лишь факт действия, перестают быть надежным индикатором подлинной вовлеченности пользователя в реалиях информационной перегрузки. В данной связи возникает ошутимое противоречие между доступностью нейрофизиологических методов объективизации реакций (электромиография, айтрекинг) и отсутствием методологической базы для их интеграции в алгоритмы автоматизированной генерации контента. Целью в статье служит теоретическое обоснование адаптивной медиасистемы, где генеративный искусственный интеллект модифицирует контент в реальном времени, опираясь на данные EMG, тепловых карт. В работе проанализированы механизмы конвергенции биометрической аналитики и нейросетевых моделей. Автор приходит к выводу, что переход от статической персонализации к динамической, которая управляется психофизиологическими триггерами, помогает нивелировать субъективность самоотчетов и повысить релевантность цифрового опыта. Впрочем, подчеркивается, что результативность такого подхода весьма зависит от качества обучающих выборок и решения вопросов этической валидации сбора биометрии.

Ключевые слова: адаптация контента, биометрические данные, генеративный искусственный интеллект, когнитивная нагрузка, нейромаркетинг, персонализация, поведенческая аналитика, тепловые карты, электромиография (EMG)

ADAPTATION OF DIGITAL CONTENT USING GENERATIVE AI BASED ON THE ANALYSIS OF USER BIOMETRIC DATA (EMG, HEAT MAPS)

Andryushchenko Olesya Igorevna,

undergraduate student, Financial University under the Government of the Russian Federation,
Moscow, 49 Leningradsky Prospekt, lessa.ay@yandex.ru

ABSTRACT

The evolution of digital ecosystems is accompanied by an attention crisis: traditional web analytics metrics, which capture only the fact of user action, are no longer reliable indicators of genuine user engagement under conditions of information overload. In this context, a pronounced

contradiction emerges between the availability of neurophysiological methods for objectively capturing user reactions (electromyography, eye tracking) and the lack of a methodological framework for integrating these data into automated content generation algorithms. The purpose of the article is to provide a theoretical substantiation of an adaptive media system in which generative artificial intelligence modifies content in real time based on EMG data and heat maps. The paper analyzes the mechanisms of convergence between biometric analytics and neural network models. The author concludes that the transition from static personalization to dynamic personalization driven by psychophysiological triggers makes it possible to reduce the subjectivity of self-reports and increase the relevance of digital user experience. At the same time, it is emphasized that the effectiveness of this approach largely depends on the quality of training datasets and on addressing issues of ethical validation in biometric data collection.

Keywords: content adaptation, biometric data, generative artificial intelligence, cognitive load, neuromarketing, personalization, behavioral analytics, heat maps, electromyography (EMG)

Современная парадигма цифрового маркетинга и медиапотребления претерпевает фундаментальные изменения. От сегментации аудитории она смещается к гиперперсонализации. Традиционные метрики веб-аналитики (клики, время на странице, показатель отказов и т. д.) на протяжении длительного времени служили основой для адаптации контента. Но сегодня они демонстрируют ограниченную эффективность (в условиях информационной перегрузки). Они фиксируют факт действия, но не раскрывают его мотивы и сопутствующее эмоциональное состояние. В данной связи актуализируется поиск объективных инструментов оценки пользовательского опыта, способных регистрировать неосознаваемые реакции.

Биометрические технологии, в частности, электромиография (EMG), тепловые карты (heat maps), предоставляют верифицируемые сведения о физиологическом отклике реципиента. Регистрация микровыражений лица и траектории движения взгляда помогает с высокой точностью определять зоны интереса, эмоциональную валентность восприятия информации (аффективное качество, заключающееся в субъективной привлекательности (положительная валентность) или непривлекательности (отрицательная валентность) для человека предметов, событий или ситуаций). По сути, интеграция этих данных с возможностями генеративного искусственного интеллекта (GenAI) открывает принципиально новые опции. Речь идет о создании контента, который преобразуется в реальном времени, подстраиваясь под психофизиологическое состояние пользователя.

Между тем, в российском научном дискурсе проблема объединения биометрии и генеративных моделей исследована фрагментарно. Большинство работ сфокусированы либо на медицинских аспектах, либо на алгоритмических основах ИИ. За скобками остается синергетический эффект их взаимодействия в медиасреде. Анализ зарубежных кейсов показывает, что использование биометрической обратной связи способно повысить результативность коммуникации на 25-30% [1].

Биометрия в контексте цифрового контента трансформируется из средства идентификации в инструмент глубинной аналитики. Для задач персонализации определяющее значение имеют показатели, которые коррелируют с когнитивной нагрузкой, эмоциональным вовлечением.

Электромиография (EMG) лицевых мышц дает возможность фиксировать тончайшие изменения мимики, свидетельствующие о радости, удивлении, скепсисе, раздражении (даже если визуально лицо пользователя остается спокойным). В отличие от опросов, где респонденты склонны к социальной желательности, EMG отражает

объективную картину эмоционального отклика. Тепловые карты, в свою очередь, визуализируют распределение внимания. Существует прямая корреляция между фиксацией взгляда и когнитивной обработкой информации. Совместный анализ этих сведений позволяет выявить как то, что увидел пользователь, так и каким образом он на это отреагировал [3, 4, 7] (таблица 1).

Таблица 1 – Биометрические данные для анализа взаимодействия с контентом (составлено на основе [3, 4, 7])

Тип	Измеряемый параметр	Интерпретация для адаптации
EMG (лицевая)	Электрическая активность мышц (скуловая, корrugатор)	Эмоциональная окраска (позитив, негатив), напряжение
Тепловые карты взгляда	Длительность и частота фиксаций	Визуальная иерархия, «слепые зоны» интерфейса
Карты скроллинга	Глубина прокрутки, точки остановки	Уровень интереса к структуре повествования
Динамика курсора	Траектория движения мыши	Косвенная оценка внимания (корреляция со взглядом)

Генеративный ИИ выступает в качестве исполнительного механизма, который замыкает контур обратной связи. Модели машинного обучения (к примеру, трансформеры или диффузионные сети) способны перестраивать структуру и содержание материала «на лету». Процесс адаптации строится циклично: система считывает биометрическую реакцию на текущий фрагмент, классифицирует состояние пользователя (например, «скука» или «стресс»), затем генерирует следующий блок контента с измененными параметрами [2, 5].

Впрочем, эффективность генерации напрямую зависит от качества обучающих выборок, связывающих биометрические нюансы с семантикой контента. Если тепловая карта показывает игнорирование сложного текста, ИИ может мгновенно упростить синтаксис либо заменить текст инфографикой (таблица 2).

Таблица 2 – Матрица адаптации контента с помощью GenAI (составлено на основе [1, 4, 6])

Тип	Триггер (биометрия)	Реакция генеративного ИИ	Ожидаемый эффект
Текст	EMG – признаки утомления; скроллинг – ускорение	Сокращение абзацев, добавление тезисов	Удержание внимания (+20%)
Видео	Eye-tracking – потеря фокуса на центре экрана	Динамическая смена ракурса, повышение яркости ключевых объектов	Возврат внимания к сюжету
UI/UX	Карты кликов – хаотичные движения	Упрощение навигации, подсветка СТА-элементов	Рост конверсии (+15%)

Построение системы адаптации требует интеграции модуля сбора данных (датчики, камеры), аналитического «ядра» (предобработка сигналов, ML-классификация), генеративного модуля. Как представляется, для российских компаний оптимальным является поэтапный подход к внедрению, где смягчаются технологические и этические риски:

- пилотное внедрение неинвазивных методов. На старте целесообразно использовать программные средства айтрекинга (через веб-камеру [5]) и анализ поведения курсора, не требующие дорогостоящего оборудования. Это поможет накопить первичный датасет для дообучения моделей;

- биометрия должна дополнять, а не заменять исторические данные о поведении. Комбинация EMG-реакций с историей покупок повышает прогностическую точность алгоритмов. При этом нивелируются погрешности ситуативных эмоциональных всплесков;

- задействование обучения с подкреплением на основе обратной связи от человека (в данном случае – биометрической) позволяет модели GenAI постоянно калиброваться. Каждая сессия взаимодействия уточняет веса нейросети;

- сбор биометрии относится к чувствительной сфере. Необходимо внедрение протоколов деперсонализации данных на этапе сбора и явное информирование пользователя о выгодах персонализации.

Несмотря на детальную проработку технической архитектуры адаптивной медиасистемы, принципиально важно подчеркнуть, что ее инновационность заключается не столько в использовании биометрических сенсоров или алгоритмов машинного обучения, сколько в формировании качественно нового типа пользовательского опыта. В фокусе оказывается не сам процесс сбора и обработки данных, а трансформация воспринимаемого контента – его смысла, темпа, эмоционального тона, нарративной логики.

Для пользователя результат функционирования подобной системы проявляется в ощущении «живого» контента, который реагирует на его текущее состояние. В отличие от традиционной персонализации, которая базируется на демографических признаках или истории действий, динамическая генерация формирует медиасреду, чувствительную к микроколебаниям внимания, усталости, интереса. Контент перестает быть статичным объектом потребления. Он приобретает свойства интерактивного диалога, где каждый последующий фрагмент оказывается контекстуально обусловленным предыдущей реакцией реципиента.

Так, при росте когнитивной нагрузки пользователь не просто видит «упрощенный текст», а сталкивается с изменением способа подачи смысла: логика изложения становится более линейной, усиливается визуальная поддержка, сокращается абстрактность формулировок. При повышенной эмоциональной вовлеченности, напротив, система может углублять повествование, добавляя детали, метафоры, вариативность интерпретаций. Тем самым формируется эффект эмпатичного медиапространства. В нем контент не навязывается, а сонастраивается с внутренним состоянием человека.

В маркетинговом и коммуникационном измерении это означает переход от оптимизации метрик к переживаниям. Пользователь воспринимает цифровой продукт не как поток сообщений, а в качестве индивидуально «подстроенного» опыта. Благодаря этому укрепляется доверие, снижается сопротивление. Помимо этого, усиливается долгосрочная вовлеченность. Следовательно, биометрически управляемую генерацию контента уместно рассматривать как инструмент не столько манипуляции вниманием, сколько повышения когнитивного, эмоционального комфорта взаимодействия с цифровой средой.

Резюмируя, целесообразно отметить, что конвергенция биометрической аналитики и генеративного ИИ формирует новый технологический уклад в сфере управления цифровым опытом. Адаптация контента, которая базируется на объективных физиологических данных (EMG, тепловые карты), дает возможность преодолеть барьер субъективности, свойственный традиционным методам, и обеспечить высокую релевантность информации текущему состоянию пользователя. Рассмотренная модель, включающая циклический процесс «считывание реакции – анализ – генерация»,

демонстрирует потенциал значительного повышения вовлеченности аудитории и конверсионных показателей.

Ключевая ценность интеграции биометрической аналитики и генеративного искусственного интеллекта проявляется в формировании принципиально нового типа цифрового контента – динамического, эмпатичного, контекстно чувствительного. В данной парадигме пользовательский опыт становится центральным объектом оптимизации, а адаптация контента выходит за границы формальной персонализации. Она преобразуется в процесс непрерывного сонастраивания смыслов с психофизиологическим состоянием реципиента. Переход от статичных медиасообщений к контенту, который изменяется в реальном времени, отражает более широкий сдвиг в цифровых коммуникациях (от трансляции информации к интерактивному диалогу). Именно этот сдвиг определяет инновационный потенциал рассматриваемого подхода; задается вектор будущих исследований, направленных на осмысление границ допустимой адаптации, этических аспектов эмпатичных интерфейсов.

По-видимому, ключевым вызовом ближайшего будущего станет не столько усовершенствование самих алгоритмов генерации, сколько создание этически корректных, защищенных инфраструктур сбора биометрических данных. Проблема приватности остается острой. Успех технологии будет зависеть от способности разработчиков гарантировать, что сведения о физиологических реакциях не будут использованы для манипуляции сознанием потребителя.

Перспективы дальнейших изысканий лежат в плоскости мультимодальной интеграции. Сочетание ЭМГ, айтрекинга с анализом variability сердечного ритма, голосовых нюансов позволит создавать «эмпатичные» digital-интерфейсы. Для российской практики в реалиях активного импортозамещения программного обеспечения весьма значимым представляется развитие отечественных платформ нейромаркетинговой аналитики и генеративных сервисов, которые адаптируются к лингвистическим, культурным кодам локальной аудитории. Внедрение рассмотренных технологий – это неизбежный этап эволюции цифровых коммуникаций, переход от трансляции информации к полноценному диалогу с пользователем на уровне смыслов, эмоций.

Список литературы:

1. Абабкова, М.Ю. Биометрия как метод изучения рекламных стимулов / М.Ю. Абабкова, Н.Н. Покровская // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2020. – № 10-3. – С. 242-250.
2. Аменицкий, А.В. Кибербезопасность. биометрические данные и приватность: анализ технологии и рисков / А.В. Аменицкий // Новые научные исследования и технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. – Пенза: 2025. – С. 185-201.
3. Кудинова, Е.А. Моделирование системы анализа и обработки электромиографического сигнала / Е.А. Кудинова, К.А. Мороз // Молодой исследователь Дона. – 2023. – Т. 8. – № 2 (41). – С. 51-54.
4. Осинцев, С.П. Инновации в рекламе: тренды, технологии и вызовы цифровой эпохи / С.П. Осинцев // Инновационные методы в исследованиях. Материалы международной научно-практической конференции. – Москва: 2025. – С. 7-11.
5. Результаты айтрекинг исследований // [Электронный ресурс]: <https://usabilityin.ru/eye-tracking-results/> (дата обращения: 02.02.2026).

6. Тимохович, А.Н. Технологии персонализации маркетинговых коммуникаций брендов при помощи искусственного интеллекта / А.Н. Тимохович, О.С. Бульчева // Цифровая социология. – 2020. – Т. 3. – № 4. – С. 19-24.
7. Швец, А. Eye-tracking, как метод нейромаркетинговых исследований / А. Швец // [Электронный ресурс]: <https://vc.ru/marketing/146045-eye-tracking-kak-metod-neiromarketingovyh-issledovaniy> (дата обращения: 02.02.2026).

References:

1. Ababkova, M.Y. Biometrics as a method of studying advertising incentives / M.Y. Ababkova, N.N. Pokrovskaya // Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law. – 2020. – No. 10-3. – Pp. 242-250.
2. Amenitsky, A.V. Cybersecurity. Biometric data and privacy: Technology and Risk analysis / A.V. Amenitsky // New scientific research and technologies: current issues, achievements and innovations. – Penza: 2025. – Pp. 185-201.
3. Kudinova, E.A. Modeling of the system of analysis and processing of an electromyographic signal / E.A. Kudinova, K.A. Moroz // Young researcher of the Don. – 2023. – Vol. 8. – No. 2 (41). – Pp. 51-54.
4. Osintsev, S.P. Innovations in advertising: trends, technologies and challenges of the digital age / S.P. Osintsev // Innovative methods in research. Materials of the international scientific and practical conference. – Moscow: 2025. – Pp. 7-11.
5. Results of eye tracking research // [Electronic resource]: <https://usabilityin.ru/eye-tracking-results/> (date of access: 02.02.2026).
6. Timokhovich, A.N. Technologies of personalization of marketing communications of brands using artificial intelligence / A.N. Timokhovich, O.S. Bulycheva // Digital sociology. – 2020. – Vol. 3. – No. 4. – Pp. 19-24.
7. Shvets, A. Eye-tracking as a method of neuromarketing research / A. Shvets // [Electronic resource]: <https://vc.ru/marketing/146045-eye-tracking-kak-metod-neiromarketingovyh-issledovaniy> (date of access: 02.02.2026).