

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра социальной информатики

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭХО-КАМЕР АЛГОРИТМАМИ РЕКОМЕНДАЦИЙ:
ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНЫХ УГРОЗ**

(автореферат бакалаврской работы)

студента 5 курса 531 группы
направления 09.03.03 - Прикладная информатика
профиль Прикладная информатика в социологии
Социологического факультета
Гусева Руслана Гусейновича

Научный руководитель
заведующий кафедрой,
кандидат социологических наук, доцент

_____ И.Г. Малинский
подпись, дата

Зав. кафедрой
кандидат социологических наук, доцент

_____ И.Г. Малинский
подпись, дата

Саратов 2026

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Стремительное развитие цифровых технологий и социальных медиа вывело проблему информационной изоляции пользователей на передний план научных и общественных дискуссий. Алгоритмы персонализации, первоначально задумывавшиеся как инструмент удобства - чтобы пользователь быстрее находил интересный ему контент, - на практике стали механизмом, ограничивающим информационное разнообразие. Человек всё чаще оказывается внутри замкнутого пространства, где циркулируют лишь те мнения, которые согласуются с его собственными, а альтернативные точки зрения либо не представлены вовсе, либо подаются в заведомо искажённом виде.

Данный феномен получил в научной литературе название «эхо-камера». Его частным, но технологически обусловленным проявлением выступает «фильтрующий пузырь» - результат алгоритмической персонализации, при которой цифровая платформа автоматически отсекает неудобный контент, формируя для каждого пользователя индивидуальную информационную реальность. Исследования последних лет убедительно показывают: длительное пребывание в эхо-камере усиливает когнитивные искажения, снижает критичность восприятия информации и способствует социальной поляризации - разделению аудитории на группы с противоположными взглядами, практически не взаимодействующие друг с другом.

Дополнительно актуализирует тему тот факт, что алгоритмическая персонализация - это не случайный сбой, а бизнес-модель крупнейших цифровых платформ. Социальные сети, видеохостинги, поисковые системы и новостные агрегаторы экономически заинтересованы в максимальной вовлечённости аудитории, а наиболее вовлекающим оказывается контент, вызывающий сильные эмоциональные реакции - гнев, возмущение, тревогу. В результате алгоритмы объективно подталкивают пользователей ко всё более крайним позициям, способствуя радикализации отдельных групп и создавая питательную среду для распространения недостоверной информации.

Сегодня проблема эхо-камер перестала быть узкоакадемической. Она напрямую затрагивает качество публичной дискуссии, устойчивость демократических институтов, эффективность противодействия дезинформации и, в конечном счёте, уровень социальной напряжённости в обществе. Понимание механизмов формирования эхо-камер, а также поиск инструментов их раннего выявления и разрушения представляются одними из ключевых задач современной информационной науки.

Степень научной разработанности темы. Теоретический фундамент исследований эхо-камер был заложен в работах К. Санстейна, впервые описавшего данный феномен применительно к цифровой среде, и Э. Парайзера, предложившего концепцию фильтрующего пузыря как алгоритмического механизма изоляции. Значительный вклад в понимание природы замкнутых медиасообществ внесли К. Джеймисон и Дж. Каппелла, исследовавшие консервативные эхо-камеры в американском медиапространстве. Т. Гиллеспи рассмотрел роль цифровых платформ как «хранителей интернета», формирующих информационную повестку через архитектуру рекомендательных систем.

Социально-психологические механизмы, лежащие в основе эхо-камер, изучались задолго до появления интернета. Классические эксперименты С. Аша по групповой конформности, теория спирали молчания Э. Ноэль-Нойман, исследования когнитивных искажений Р. Никерсона - все эти работы образуют психологический базис, необходимый для понимания того, почему человек склонен избегать альтернативных мнений и искать подтверждения уже сложившимся убеждениям.

Среди современных исследователей, занимающихся эмпирическим анализом эхо-камер, следует выделить М. Дель Викарио¹ и коллег, изучавших распространение дезинформации в замкнутых сообществах, а также Э. Бакши,

¹ Дель Викарио М. и др. Эхо-камера в эпоху дезинформации // Proceedings of the National Academy of Sciences. - 2021. - Т. 113. - № 3. - С. 554–559.

С. Мессинга и Л. Адамика², количественно оценивших влияние идеологически разнородных новостей на поведение пользователей Facebook. Технические аспекты работы рекомендательных систем подробно разобраны в коллективной монографии под редакцией Ф. Риччи, Л. Рокаха и Б. Шапиры, а также в работах Р. Берка по гибридным моделям рекомендаций.

Вместе с тем большинство существующих исследований сосредоточено либо на теоретическом осмыслении феномена, либо на эмпирическом анализе данных реальных платформ. Значительно реже применяется метод агент-ориентированного моделирования, позволяющий не просто зафиксировать текущее состояние, но и проиграть контрфактические сценарии: что будет, если изменить алгоритм в уже поляризованной системе? Как влияет присутствие ботов на динамику мнений? Эти вопросы остаются недостаточно изученными, что и определяет направленность настоящей работы.

Объект исследования - процесс формирования эхо-камер в цифровой информационной среде.

Предмет исследования - влияние различных стратегий рекомендательных алгоритмов на поляризацию и радикализацию аудитории, рассматриваемое через агент-ориентированное моделирование.

Цель исследования - исследование механизмов формирования эхо-камер и количественная оценка влияния алгоритмических стратегий на распределение мнений пользователей.

Для достижения цели исследования поставлены следующие задачи:

1. систематизировать теоретические представления о природе эхо-камер и фильтрующих пузырей, включая их типологию и механизмы формирования;
2. рассмотреть алгоритмические, социальные и психологические факторы, способствующие закреплению замкнутых информационных контуров;

² Бакши Э., Мессинг С., Адамик Л. Воздействие идеологически разнообразных новостей и мнений на Facebook // Science. - 2025. - Т. 348. - № 6239. - С. 1130–1132.

3. разработать агент-ориентированную модель, описывающую взаимодействие пользователей с персонализировантом контентом;
4. провести симуляционные эксперименты для трёх режимов рекомендаций: случайного, слабого эхо и сильного эхо;
5. исследовать сценарий принудительной диверсификации контента и оценить обратимость поляризации;
6. оценить влияние автоматизированных агентов (ботов) с фиксированными экстремальными позициями на динамику распределения мнений.

Эмпирическая база исследования состоит из результатов компьютерного моделирования, выполненного в рамках агент-ориентированного подхода. Модель реализована на языке Python с использованием стандартных библиотек для генерации случайных чисел, численных вычислений и визуализации данных. В ходе экспериментов варьировались тип рекомендательного алгоритма (random, weak echo, strong echo), доля ботов в популяции (0% и 10%) и стратегия подачи контента (стационарная и с переключением). Для каждого сценария рассчитывались метрики поляризации (межквартильный размах) и доли экстремальных мнений. Общее число агентов в симуляции составило 1000, число итераций - 100 шагов. Дополнительно эмпирическая база опирается на вторичный анализ научной литературы, включающий результаты исследований К. Санстейна, Э. Парайзера, М. Дель Викарио и других авторов.

Теоретическая значимость исследования заключается в систематизации теоретических представлений о механизмах формирования эхо-камер, включая разработанную типологию, а также в количественном анализе влияния различных алгоритмических стратегий на поляризацию аудитории.

Практическая значимость исследования состоит в том, что разработанная агент-ориентированная модель может быть использована для тестирования различных стратегий рекомендательных систем до их внедрения на реальных платформах, а полученные результаты дают эмпирическое

обоснование для рекомендаций по диверсификации контента как способу снижения поляризации.

Структура выпускной квалификационной работы. Бакалаврская работа состоит из введения, трёх глав (Глава 1 включает 4 параграфа, Глава 2: 2 параграфа, Глава 3: 6 параграфов), заключения, списка использованных источников и приложения с программным кодом.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе «Теоретические основы формирования эхо-камер» рассматриваются ключевые понятия, механизмы и факторы, влияющие на возникновение информационной изоляции пользователя.

Термин «эхо-камера» используется для обозначения информационного пространства, в котором человек преимущественно сталкивается с мнениями, совпадающими с его собственными убеждениями. Внутри такой среды происходит постоянное повторение одних и тех же идей и интерпретаций событий, что усиливает уверенность пользователя в правильности собственной позиции и снижает вероятность критического восприятия информации³.

С понятием эхо-камер тесно связан термин «фильтрующий пузырь», предложенный Эли Парайзером. Под фильтрующим пузырьём понимается механизм алгоритмической персонализации, при котором цифровые платформы автоматически подбирают контент на основе предыдущих действий пользователя: поисковых запросов, лайков, комментариев, времени просмотра.

В работе предложена оригинальная типология эхо-камер по четырём основаниям.

Тематическое ядро. Выделяются политические камеры (формируются вокруг идеологических платформ), потребительские ловушки (создаются онлайн-площадками для сужения выбора), медицинские и околонучные

³ Володенков С.В. Феномен информационных пузырей в современном медиапространстве: особенности формирования и механизмы разрушения // Вестник Московского университета. Серия 12: Политические науки. - 2019. - № 4. - С. 61–74.

анклавы (сообщества антипрививочников, ВИЧ-диссидентов) и досугово-субкультурные ниши (сообщества по интересам).

Структурная организация. Различаются централизованные камеры (с выраженным лидером мнений) и децентрализованные сетевые структуры (анонимные форумы, имиджборды), где лидерство ситуативное.

Степень герметичности. Мягкая эхо-камера устроена как комната с неплотно прикрытой дверью - эпизодически внешняя информация проникает внутрь. Жёсткая камера представляет собой полноценный бункер, где формируются нормы, запрещающие контакт с «чужаками».

Итоговое воздействие на человека. Поддерживающий сценарий даёт психологический комфорт без сползания к экстремуму. Радикализирующий сценарий запускает внутригрупповое соревнование, в котором крайность постепенно становится нормой.

Формирование эхо-камер определяется тремя группами факторов:

Алгоритмические механизмы. Современные цифровые платформы живут по законам экономики внимания: чем дольше пользователь остаётся на сайте, тем выше доход сервиса. Алгоритм собирает цифровой след пользователя и строит предсказательную модель. Алгоритм постоянно тестирует аудиторию, подбрасывая чуть более радикальный контент. Если реакция положительная - планка сдвигается. Формируется «воронка вовлечённости», смещающая человека в сторону более провокационного материала.

Социальные механизмы. Люди естественным образом тянутся к тем, кто разделяет их взгляды (гомофилия). Классический эксперимент С. Аша показал: около трети испытуемых соглашались с заведомо ошибочным мнением группы. В интернет-среде этот эффект многократно усиливается. Кроме того, действует «спираль молчания» (Э. Ноэль-Нойман): люди, чьё мнение расходится с мнением большинства, предпочитают промолчать, и голос меньшинства исчезает вовсе⁴.

Психологические механизмы. Центральное место занимает эффект подтверждения убеждений: человек предпочитает искать и запоминать

4 Аш С.Э. Мнения и социальное давление // Scientific American. - 2025. - Т. 193. - № 5. - С. 31–35.

информацию, подтверждающую его взгляды. Эффект обратного действия означает, что прямое опровержение может укрепить веру в ложную информацию. Эффект повторения повышает доверие к информации независимо от её достоверности. Когнитивная лёгкость делает простые объяснения субъективно более убедительными. Эффект Данинга-Крюгера приводит к тому, что наиболее уверенные голоса часто принадлежат наименее компетентным людям.

Среди алгоритмов рекомендаций выделяются Коллаборативная фильтрация, контентная фильтрация и гибридные модели.

Коллаборативная фильтрация основывается на анализе поведения пользователей с похожими интересами. Контентная фильтрация формирует рекомендации на основе характеристик уже просмотренного контента. На практике многие платформы используют гибридные модели. Несмотря на высокую эффективность с точки зрения удержания аудитории, алгоритмы рекомендаций могут усиливать эффект эхо-камер, способствуя распространению провокационных и радикальных материалов⁵.

Основными социальными последствиями являются поляризация, радикализация и снижение критического мышления. Усиление социальной поляризации ведёт к снижению уровня общественного диалога и росту конфликтности. Радикализация взглядов способствует распространению экстремистских идей. Снижение критического мышления делает пользователя уязвимым для дезинформации.

Вторая глава «Методы анализа формирования эхо-камер» посвящена разработке агент-ориентированной модели.

Где представляется формальное описание модели. Социальная система представляется в виде совокупности взаимодействующих агентов. Основной характеристикой агента является его мнение о, принимающее непрерывные значения в интервале $[-1; 1]$. Крайние значения соответствуют полярным

5 Риччи Ф., Роках Л., Шапира Б. Справочник по рекомендательным системам. - Berlin: Springer, 2025. - 1003 с.

взглядам, центральная область отражает нейтральное или неопределённое отношение.

Обновление мнения описывается формулой:

$$o_{\text{new}} = o_{\text{current}} + \alpha(c - o_{\text{current}}) + \varepsilon + \beta E$$

где:

- o_{current} - текущее состояние мнения агента,
- α - коэффициент восприимчивости к информации,
- c - характеристика потреблённого контента,
- ε - случайный шум,
- E - компонент эхо-камерного усиления,

Особое значение в модели имеет экстремальный контент, определяемый условием $|c| > 0,7$. Такой контент обладает повышенной «аттрактивной силой», способствуя смещению мнения в сторону полярных значений⁶.

В работе выделяются три режима рекомендательных алгоритмов:

- **Random-рекомендации** - базовый случай, случайный контент без учёта предпочтений.
- **Weak Echo (слабый эхо-режим)** - частичный учёт предпочтений с сохранением элемента разнообразия.
- **Strong Echo (сильный эхо-режим)** - предельная персонализация, формирование замкнутых информационных контуров.

Коэффициент восприимчивости α установлен равным 0,15, шум $\varepsilon = \pm 0,02$, порог экстремального контента 0,7. Число итераций (100) и количество агентов (1000) подобраны так, чтобы система успевала выйти на стабильный режим.

Оценка производится по двум метрикам: Первая метрика - поляризация, определяемая как межквартильный размах: $P = Q_3 - Q_1$. Этот показатель устойчив к выбросам и показывает, насколько далеко разошлась основная масса пользователей.

⁶ Бахтизин А.Р. Агент-ориентированные модели в социальных науках: возможности и ограничения // Общественные науки и современность. - 2019. - № 6. - С. 87–101.

Вторая метрика - доля экстремальных мнений: $E = (\text{количество пользователей с } |o| > 0,7) / N$. Порог 0,7 выбран по двум причинам: при равномерном распределении за него попадают около 15% значений с каждого края, и за этой границей человек уже вряд ли готов слушать альтернативные мнения.

Для визуализации используются гистограммы (сравнение начального и конечного распределения) и временные графики (динамика изменения метрик пошагово). Предложенная модель отличается от классической модели ДеГроота (где агенты усредняют мнения соседей) и модели Баунда-Корте (агенты взаимодействуют только с близкими по мнению). Основным каналом влияния в данной работе является контент, а не социальный граф.

Третья глава «Практическая часть: симуляция формирования эхо-камер» содержит результаты компьютерного моделирования.

Целью эксперимента формулирует задачу: исследование влияния различных типов рекомендательных алгоритмов на формирование эхо-камер.

Методика исследования включает следующие параметры: 1000 агентов, 100 итераций, три режима рекомендаций.

Модель была реализована на языке Python. В процессе рассчитываются поляризация и доля экстремальных мнений. Программный код вынесен в Приложение А.

Обращаемся к полученным результатам анализа.

Распределение мнений пользователей. Для режима случайных рекомендаций гистограмма остаётся близкой к равномерной. При слабой эхо-камере фиксируется смещение к центру с увеличением плотности вокруг нейтральных значений. При сильной эхо-камере распределение становится бимодальным с концентрацией пользователей вблизи крайних значений (-1 и +1).

Динамика поляризации. При случайных рекомендациях поляризация снижается и стабилизируется на низких значениях. При слабой эхо-камере наблюдается умеренное снижение с последующей стабилизацией на среднем

уровне. При сильной эхо-камере поляризация монотонно возрастает до максимальных значений.

Доля экстремальных мнений. При случайных рекомендациях доля экстремалов быстро снижается практически до нуля. При слабой эхо-камере наблюдается постепенное уменьшение с выходом на низкий уровень. При сильной эхо-камере фиксируется устойчивый рост до 0,976 к концу симуляции.

Проверка, является ли поляризация. Первые 50 итераций работал режим strong echo, затем до 100-й итерации - случайный режим. К 50-й итерации поляризация достигла 1,940, доля экстремалов - 0,770. После переключения поляризация упала до 0,250, доля экстремалов - до 0,000. Вывод: эхо-камера не является необратимым состоянием, но восстановление требует полного отказа от персонализации.

Оценивается также влияние ботов на динамику мнений. В популяцию из 1000 агентов добавлялось 100 ботов (10%) с мнениями +1 и -1. В режимах gandom и weak echo прирост доли экстремалов составил около 0,100 - ровно на долю самих ботов. В режиме strong echo разница оказалась статистически незначимой (-0,003). Вывод: боты не способны самостоятельно поляризовать здоровую информационную среду; реальным драйвером радикализации выступает алгоритмическая персонализация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое исследование позволило сформулировать следующие выводы.

Установлено, что ключевыми понятиями, описывающими информационную изоляцию пользователей, являются «эхо-камера» и «фильтрующий пузырь». Предложена оригинальная типология эхо-камер по четырём основаниям: тематическое ядро, структурная организация, степень герметичности и характер воздействия на аудиторию. Наиболее опасными с социальной точки зрения являются жёсткие радикализирующие камеры. Детально разобраны три группы факторов формирования эхо-камер: алгоритмические (воронка вовлечённости), социальные (групповая

конформность, гомофилия, спираль молчания) и психологические (эффект подтверждения, эффект обратного действия, когнитивная лёгкость, эффект Данинга-Крюгера).

Разработана агент-ориентированная модель, формализующая описанные процессы. Мнение агента представлено непрерывной величиной на отрезке $[-1; 1]$, а его динамика определяется потребляемым контентом, социальным окружением и стохастическим шумом. Выделены три режима работы рекомендательной системы: случайный (random), слабый эхо (weak echo) и сильный эхо (strong echo). Введены количественные метрики: поляризация как межквартильный размах и доля пользователей с экстремальными взглядами.

Модель реализована на языке Python. Базовый эксперимент подтвердил, что алгоритмы с высокой степенью персонализации (strong echo) приводят к практически полной поляризации системы (поляризация 2,000, доля экстремалов 0,976). Сценарий принудительной диверсификации контента показал, что эхо-камера обратима: переключение на случайный режим возвращает систему к равномерному распределению. Эксперимент с ботами (10% агентов с фиксированными позициями ± 1) показал, что их самостоятельное влияние на радикализацию ограничено; реальным драйвером радикализации выступает алгоритмическая персонализация.

Практическая значимость работы заключается в следующем.: Разработанная модель может служить инструментом для тестирования различных стратегий рекомендаций. Полученные результаты дают эмпирическое обоснование для диверсификации контента как способа снижения поляризации.

Перспективы дальнейших исследований связаны с усложнением модели за счёт введения социального графа (агенты влияют друг на друга не только через алгоритм, но и напрямую), добавлением нескольких конкурирующих рекомендательных систем, а также с поиском пороговых значений персонализации, при которых система совершает фазовый переход к поляризованному состоянию.

Эхо-камеры не являются неизбежным следствием цифровизации. Это продукт конкретных алгоритмических решений, и, как показало исследование, решения эти обратимы. Однако обратный путь требует не только технических изменений, но и пересмотра бизнес-моделей, основанных на максимальной вовлечённости любой ценой.