

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

**Информационные войны современности
и моделирование распространения новостей**

© 2024 г. И.В. Лосик, С.В. Сидоренко, М.Ю. Сидоренко, А.Р. Бахтизин

И.В. Лосик,

ведущая вечерних новостей «Итоги дня» телерадиокомпании ВС РФ «Звезда», Фонд сохранения культурно-исторической памяти героев войны «Наследники Победителей», аспирант факультета ВШГА МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва; e-mail: iralosiknews@mail.ru

С.В. Сидоренко,

Управление научно-методического руководства и экспертной деятельности Российской академии наук, Москва; e-mail: sidor@presidium.ras.ru

М.Ю. Сидоренко,

Управление научно-информационной деятельности РАН и взаимодействия с научно-образовательным сообществом, Научно-издательский совет Российской академии наук, Москва; e-mail: myusidorenko@pran.ru

А.Р. Бахтизин,

член-корреспондент РАН, ЦЭМИ РАН, МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва; e-mail: albert.bakhtizin@gmail.com

Поступила в редакцию 08.09.2023

Работа выполнена в рамках проекта «Разработка программно-аналитического комплекса социально-экономических мультиагентных моделей на основе суперкомпьютерных технологий для внедрения в ситуационных центрах страны с целью противодействия внешним угрозам и обеспечения национального суверенитета России».

Аннотация. В работе рассматриваются информационные войны, являющиеся частью современных гибридных конфликтов. Их анализ проведен средствами компьютерных моделей, имитирующих процесс распространения информации в социальных сообществах. Типология наиболее релевантных и цитируемых инструментов позволила определить эффективный алгоритм для создания авторской агент-ориентированной модели, учитывающей индивидуальные особенности людей и позволяющей давать дифференцированную оценку влияния информационных сообщений на определенную группу. В рамках вычислительных экспериментов оценивалась скорость распространения информации в построенном цифровом двойнике социальной сети в зависимости от изменения числа лидеров мнений и изначально информированных агентов, а также от снижения среднего уровня репутации агентов сети. Построенный инструмент может использоваться самостоятельно, но также и в составе более сложных моделей, включающих демографическую и экономическую составляющие.

Ключевые слова: агент-ориентированные модели, моделирование распространения информации, гибридные войны.

УДК: 330.47.

Классификация JEL: C63, D91.

Для цитирования: Лосик И.В., Сидоренко С.В., Сидоренко М.Ю., Бахтизин А.Р. (2024). Информационные войны современности и моделирование распространения новостей // *Экономика и математические методы*. Т. 60. № 2. С. 14–26. DOI: 10.31857/S0424738824020028

ВВЕДЕНИЕ

Большинство заметных событий в мире (экономических, политических, военных и т.д.) с различным уровнем информационной поддержки проходят через социальные сети и/или традиционные средства массовой информации (СМИ). Оба этих вида информационных ресурсов могут взаимодействовать, дополняя друг друга как в параллельном режиме, освещая конкретную новость, так и в асинхронном — когда социальные сети выступают в качестве первичного поставщика

информации, в дальнейшем развиваемой традиционными СМИ (или наоборот), а также противодействовать друг другу с целью блокирования распространения нежелательного контента.

Согласно отчету «Global Digital Report» от апреля 2023 г. в настоящее время Интернетом пользуются примерно 5,2 млрд человек, что составляет 64,6% населения планеты¹. Число аккаунтов в социальных сетях достигло 4,8 млрд учетных записей (хранилищ), но при этом отмечается, что эта цифра не отражает числа уникальных пользователей, поскольку содержит дублирующие учетные записи и фальшивые аккаунты. В среднем пользователь Интернета за счет подключенных к сети приложений, установленных на компьютере и/или смартфоне, проводит в сети 6 часов 35 минут. Для сравнения — среднее время просмотра телевизора составляет 3 часа 12 минут. В отчете также отмечается, что скорость интернет-соединений постоянно растет, а пропускная способность мобильной сети в среднем по миру за последний год возросла на треть.

Влияние социальных сетей на общественное мнение только растет в силу их распространения и возрастающих технических возможностей. Дэвид Шавалариас, директор известного проекта «Политоскоп» и автор книги «Токсичные данные», на наглядных примерах продемонстрировал, как социальные сети используются в качестве эффективного инструмента для манипуляции общественным мнением на примере выборов во Франции. Так, было выявлено массовое распространение ложных сообщений в пользу Ж.-Л. Меланшону, в реальности написанных членами радикальных группировок США (часть членов были активны на imageboard4chan (imageboard — тип веб-форума, поддерживающий анонимное общение)²). В этой связи такие большие сети, как Facebook с 2,9 млрд пользователей, представляются мощным инструментом формирования нужных заказчикам настроений в обществе. Неслучайно «Forbes» определил СВО России как «Первую войну в социальных сетях» (First social media war), и в каком-то смысле эта операция стала серьезной вехой в информационных войнах, как в свое время, согласно тому же «Forbes», конфликт во Вьетнаме заработал репутацию «Первой телевизионной войны» (First television war)³.

В связи с вышесказанным большую актуальность приобретают исследования способов распространения информации в социальных сетях и ее влияния на социально-экономические процессы. В исследовании будут рассмотрены известные *модели распространения информации*, а также *предложен разработанный нами инструмент*, основанный на агент-ориентированном подходе. Также мы рассмотрим *наиболее эффективные способы повышения скорости распространения информации*, оцениваемые посредством вычислительных экспериментов.

КРАТКИЙ ОБЗОР РЕЛЕВАНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Начнем с краткого обзора наиболее цитируемых исследований в этой области. Так, статья (Razaque et al., 2022) является сравнительным исследованием⁴ большого числа аналитических работ (около 150 статей), посвященных апробации различных известных моделей (Изинга, Шнайда, SIR, CODA, SNSM) для имитации распространения информации в социальных сетях, причем достоинства и недостатки рассматриваемых методов представлены в виде таблиц, что позволяет оценивать сильные и слабые стороны. Основной же вывод заключается в том, что выделить наиболее адекватную среди них модель затруднительно, поскольку реалистичность получаемых результатов сильно зависит от конкретной задачи, характеристик социальной сети, доступных данных и т.д.

В другой обзорной статье (Li et al., 2017), рассматривающей более 80 наиболее релевантных исследований о распространении информации в социальных сетях, соответствующие модели разделяются на две категории — объяснительные и прогностические, большинство из которых методологически базируются на *моделях эпидемий*⁵.

В исследовании специалистов Министерства обороны Индии (Kumar, Sinha, 2021) показано, что скорость распространения информации сильно зависит от топологии социальной сети, а также от механизма ввода в модель информации для ее дальнейшей передачи. Так, элементы сети

¹ По материалам Global Digital Report (<https://datareportal.com/reports/digital-2023-april-global-statshot>).

² <https://news.cnrs.fr/articles/how-social-networks-manipulate-public-opinion>

³ <https://www.forbes.com/sites/petersuciu/2022/03/01/is-russias-invasion-of-ukraine-the-first-social-media-war/?sh=1c39239b1c5c>

⁴ Подробнее см. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S131915781930388X>

⁵ Компаратментные модели — общий метод моделирования, часто применяется для математического моделирования инфекционных заболеваний.

с наибольшим числом контактов могут заметно ускорить процесс распространения новостей. Для апробации модели полученные с ее помощью данные были сопоставлены со статистикой передачи информации в одном из сегментов социальной сети Facebook, состоящем из 4039 узлов и 88 234 ребер, средняя степень связности которого составляет 22 контакта. Результаты работы модели показали высокую прогностическую способность распространения информации в социальных сетях, а также инфекционных заболеваний в обществе (Kumar, Sinha, 2021).

В работе (Rand et al., 2015) рассматриваются две модели распространения информации в виртуальных социальных сетях в сравнении со скоростью реакций пользователей социальной сети Twitter на ряд событий: 1) уничтожение Усамы бен Ладена; 2) ураган «Айрин»; 3) ураган «Сэнди»; 4) президентские выборы в США в 2012 г. Первая модель является модифицированной версией модели диффузии Басса, изначально предложенной в 1969 г. (Bass, 1969), но впоследствии многократно повторенной средствами агент-ориентированного подхода с учетом особенностей индивидуумов, теснотой связей между ними и т.д. (к примеру, (Rand, Rust, 2011)). Вторая модель определена авторами как *независимая каскадная*, поскольку информация в ней распространяется поэтапно: агент получает ее только от своих соседей в социальной сети и только после того, как они воспримут ее на предыдущем шаге.

Для сбора данных использовался интерфейс Streaming API, позволивший собирать все твиты по определенным темам. Был сформирован массив данных о 15 000 пользователей, не являющихся знаменитостями, и их связях. Принцип отбора заключался в достаточной активности аккаунтов — публикация не менее 1 твита в день за последние 100 дней. Результаты расчетов обеих моделей показали высокую реалистичность имитации распространения информации, особенно данных об ураганах. Различия между агентной версией модели Басса и каскадной модели оказались незначительными, их прогностические возможности несколько различались — в зависимости от имитируемого события, поэтому однозначно определить «лучшую» модель трудно (Rand et al., 2015).

Исследователи Оборонного научно-технического университета Народно-освободительной армии Китая разработали стохастическую модель для отображения поведения пользователей социальных сетей, которые создают, пересылают, просматривают и игнорируют сообщения. Для тестирования модели оценивалось поведение 5 млн пользователей крупнейшей социальной сети Китая — WeChat, обменивающихся ссылками на веб-страницы (более 220 тыс.) в течение 45 дней. Помимо оценки скорости распространения информации, было выявлено, что вероятность просмотра сообщений пользователями с большим числом друзей в среднем ниже, в чем у остальных (Liu et al., 2018).

Другой подход к моделированию распространения информации предложен в работе (Kumar et al., 2021), где используется модифицированная модель лесных пожаров. «Пользователи» в модели социальной сети схожи с отдельными деревьями, которые отличаются размером, огнестойкостью и т.д., также различаются значениями параметров. Для тестирования модели использовались данные сети Twitter, генерированные во время следующих событий: пандемия коронавируса, Чемпионат мира по футболу 2018 г. в России, Финал NBA 2018 г., выход последнего сезона сериала «Игра престолов» в 2019 г. и фестиваль музыки и искусств в долине Коачелла в 2019 г. По заверениям авторов, предложенная ими модель воспроизвела процесс распространения информации обо всех перечисленных выше событиях лучше других, в частности построенной на базе модели эпидемий (Kumar et al., 2021).

В работе (Wang, Li, 2018) анализируется процесс распространения информации, учитывающий когнитивные способности отдельных людей, а также механизмы стадного мышления, суперпозиции памяти, рассеивания внимания и др. Один из результатов расчетов заключается в том, что уровень познания индивидуумов об их окружении влияет на скорость распространения информации (Wang, Li, 2018).

В статье (Qiang, Pasiliao, Zheng, 2019) рассматриваются две модели распространения информации: 1) линейная пороговая, согласно которой индивидуум активируется, в случае если поступающие к нему суммарные веса связанных с ним пользователей превышают задаваемое число; 2) модель случайного блуждания, предусматривающая возможность диффузионного влияния не только непосредственных контактов. Для настройки параметров моделей использовались многослойные нейронные сети, позволившие достичь высокой точности компьютерной симуляции для тестовой социальной сети, содержащей 42 259 пользователей.

В исследовании (Agguda et al., 2022) предложена модель, в которой агенты формируют мнение относительно получаемой от друзей информации и в зависимости от ее содержания могут корректировать свое отношение к отправителю новости. В отдельных случаях с определенной вероятностью агенты модели перестраивают сеть своих контактов, удаляя нежелательных пользователей. Для тестирования

модели использовались данные Twitter, которые отображали события, усилившие поляризацию американского общества, — закон о защите пациентов и доступном здравоохранении Obamacare (8703 сетевых узлов) и закон о легализации аборт (7401 узел). Полученные с помощью модели результаты в целом показали сильное сходство с реальной социальной сетью (Arguda et al., 2022).

Исследование (Pond et al., 2020) посвящено вопросам влияния различных топологий социальных сетей на характеристики информационных потоков. К примеру, эмпирически было выявлено, что повышенная плотность социальной сети тормозит информационные потоки, а увеличивающаяся кластеризация социума снижает их мощность.

В работе (Мачуева, Ажмухамедов, 2018) подчеркивается важность применения мультиагентного подхода при моделировании процесса передачи информации, поскольку в этом случае можно отразить такие важные характеристики коммуницирующих агентов, как уровень общительности, степень консерватизма, эмоциональное отношение к информации и др. Кроме того, в модели, помимо статистических методов, используется аппарат нечетких множеств и нечеткого когнитивного моделирования. Один из результатов заключается в том, что повышение восприимчивости агентов к чужому мнению является определяющим фактором, влияющим на скорость распространения информации в социуме.

В фундаментальной работе (Губанов, 2021) разработан комплекс математических моделей динамики мнений агентов в сетевых структурах с учетом информационного давления связанных членов, их репутации и доверия к поступающей информации. Кроме того, автор применил модель информационного противоборства в рамках социальной сети и исследовал вопросы кооперации с учетом рефлексии агентов.

Исследование (Röchert, Cargnino, Neubaum, 2022) посвящено влиянию лидеров общественного мнения на распространение информации в социальных сетях, возможностям изменения мнения большинства их обычных участников за счет дискредитации противоположных точек зрения. Результаты, полученные с помощью соответствующей агент-ориентированной модели показали, что среди двух сообществ, придерживающихся противоположных взглядов на одну тему, в конечном счете, лидирует то, где в числе единомышленников — больше лидеров мнений. Интересен также результат, показывающий, что, даже при отсутствии лидеров мнений, со временем в социуме образуется большинство агентов, склоняющихся к единому мнению, хотя этот процесс и значительно растянут по времени (Röchert, Cargnino, Neubaum, 2022).

В работе (Kumar, 2019) анализируется влияние трех факторов, которые, по мнению авторов, в наибольшей мере влияют на процесс распространения информации в социальной сети: 1) число активных пользователей в текущий момент; 2) время после размещения публикации; 3) ее содержание. Полученная исследователями оценка новостной ленты Facebook за период с апреля 2012 г. по декабрь 2016 г. показала, что «время жизни» контента весьма ограничено — несколько часов, причем 50% реакций на новость поступает в первые четыре часа. Если информация публикуется в то время, когда потенциальная аудитория по большей части не в сети, то размещенные посты не получают необходимого числа реакций и проигрывают в конкуренции с другими новостями. Построенная авторами модель показала точность прогноза распространения информации около 80%.

В ряде исследований доказано, что **распространение информации** на определенную тему (в основном через СМИ) способно **существенно повлиять на экономическую ситуацию**.

Так, исследователи Банка Норвегии (Norges Bank — центрального банка Норвегии) и Норвежской школы бизнеса (Handelshøyskolen BI) изучили инфляционные ожидания населения, обусловленные новостями информационных агентств, опубликовав соответствующие расчеты в работе (Larsen, Thorsrud, Zhulanova, 2021). Они составили большую базу материалов (около 5 млн единиц за период 1990–2016 гг.), опираясь преимущественно на новостные статьи из архива одного из ведущих мировых агентств финансовой информации Dow Jones Newswires Archive, и обработали ее средствами текстовой маркировки относительно возможного повышения цен. Учитывались статьи, содержащие любой намек на возможное увеличение расходов домашних хозяйств (на медицинские услуги в результате сезонного повышения спроса, авиаперелеты и т.д.). *Результаты, полученные с использованием построенной модели, показали статистически значимую зависимость между частотой подаваемой новостными агентствами информации, формирующей у людей ожидания роста цен, и фактическими значениями инфляции* (Larsen, Thorsrud, Zhulanova, 2021).

Группа ученых из Корнеллского университета (США), Китайской академии наук (Академия наук КНР), Центрального финансово-экономического университета (Пекин) и Пекинского университета

разработала компьютерную модель, с помощью которой были проанализированы 880 000 статей из “Wall Street Journal” за период с 1984 по 2021 г. Построенный инструмент продемонстрировал, что *экономические нарративы* позволяют более точно предсказывать инфляцию, чем традиционные модели, особенно хорошо проявляя себя в периоды рецессии. По мнению авторов, одна из причин такой большей точности заключается в том, что в статьях часто содержится важная информация о ценах на конкретные товары и предположениях их изменений, исходящая непосредственно от производителей и покупателей (Hong et al., 2022). Кроме того, была выявлена следующая закономерность: *чем чаще в СМИ обсуждается конкретная тема, тем выше вероятность ее влияния на экономическую ситуацию*.

Исследователи из Грайфсвальдского и Ростокского университетов (Германия) с помощью разработанной модели проанализировали 700 тыс. газетных статей, опубликованных в изданиях “The New York Times” и “Washington Post” за период с 1980 по 2018 г. Результаты показали сильное влияние информационных сообщений на доходность акций (тестировались акции, включенные в S&P 500), причем наиболее сильно воздействуют статьи, содержащие новости, связанные с геополитикой, чем с экономикой (Adämmer, Schüssler, 2019).

Ученые из Школы бизнеса Колумбийского университета и Национального бюро экономических исследований (США) разработали подход к обработке новостей, который был апробирован на массиве данных 51 страны за период с 1998 по 2015 г. Результаты показали влияния информации на доходность фондового рынка, причем она заметно варьирует в зависимости от конкретной страны и интервала времени (Calomiris, Mamaysky, 2019).

Интересное исследование по анализу распространения информации в социальных сетях провели в Сианьском университете Цзяотун (Китай). В нем показано, что *эмоциональная окраска новости заметно влияет на интенсивность ее рассылки*. Также отмечается, что целенаправленный контроль над содержанием сообщений позволяет *стабилизировать общественное мнение и снизить негативное влияние неблагоприятных событий*. Скорость распространения информации существенно зависит от участия в этом процессе *пользователей с большим числом подписчиков*. Участие таких участников социальной сети позволяет снижать тревожные настроения населения (Cai et al., 2022).

В статье (Beklaryan, Beklaryan, Akorov, 2022) выполнено компьютерное моделирование известной агентной модели Деффюанта, используемой для изучения динамики мнений в зависимости от вовлеченности агентов и влияния агентов — распространителей информации. А в работе (Акопов, Бекларян, Бекларян, 2021) предложена *новая агентная модель ограниченного соседства*, разработанная на основе модели сегрегации Шеллинга. Подобные модели интересны прежде всего тем, что они изучают коллективное поведение агентов под воздействием внешней информации, в том числе формируемой в условиях ограниченного соседства и распространяемой через социальные сети. Существенное значение при этом имеет принадлежность агентов — потребителей информации к определенной группе и их антагонистичность по отношению друг к другу.

Таким образом, на основе анализа перечисленных выше исследований можно сформировать *концептуальную схему*, содержащую информацию об основных типах используемых моделей и способах их численного разрешения (рис. 1).

Отметим, что большая часть разработанных моделей социальных сетей направлена на исследование следующих процессов:

- определение скорости распространения информации (в зависимости от топологий социальных сетей, их плотности, а также числа кластеров, влияющих на мощность информационных потоков, и механизма ввода информации);
- поиск наиболее эффективных способов распространения информации — линейные пороговые, случайного блуждания (диффузионное влияние) и др.;
- расчет количества внедренных лидеров мнений, необходимого для дискредитации противоположных точек зрения и поляризации общественного мнения;
- расчет точного времени для повышения эффективности оглашения информации.

Важным моментом является *содержание распространяемой информации*. Так, исследование, проведенное в Массачусетском технологическом институте, показало, что *ложные новости на 70% пересылаются чаще, чем достоверная информация*. Этот вывод был количественно подтвержден после анализа 126 тыс. историй, которыми поделились около 3 млн пользователей сети Twitter за период с 2006 по 2017 г. По словам исследователей, ложные истории распространяются во всех информационных

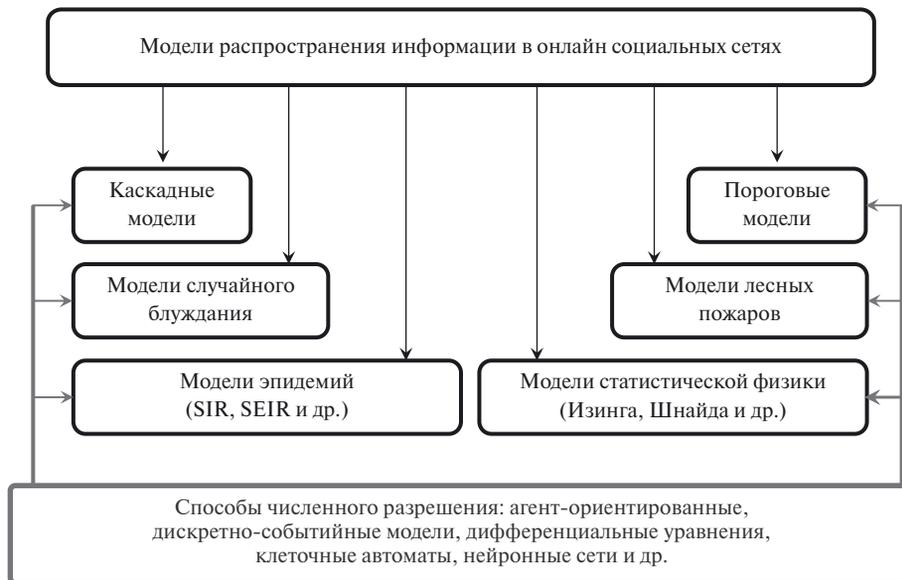


Рис. 1. Типологизация моделей распространения информации

сферах, но чаще всего это касается политических новостей, чем при описании стихийных бедствий или научных достижений. Так, рост ложных сообщений особенно отмечался во время президентских выборов 2012 и 2016 г. в США⁶.

По мнению руководителя проекта Сорюша Восуги⁷, это связано с тем, что «ложная информация зачастую идет вразрез с ожиданиями и поэтому люди, находясь под впечатлением от нее, с большей вероятностью перешлют ее дальше». Также он отмечает, что для охвата аудитории, например из 1500 человек, достоверной информации требуется в шесть раз больше времени, чем ложной⁸.

АГЕНТ-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ

Для своего исследования мы будем использовать агент-ориентированный подход, поскольку он, помимо прочего, позволяет учитывать индивидуальные особенности людей и проводить дифференцированную оценку влияния информационных сообщений только на определенную группу (возрастную или проживающую в конкретном регионе и т.д.). Ниже приведено краткое описание построенной нами модели, рассматривающей процесс распространения информации в социальной сети.

Характеристики агентов

1. Пол. Эта характеристика важна, поскольку статистика показывает, что женщины более активно используют социальные сети. В табл. 1 по состоянию на май 2023 г. представлена информация о половой принадлежности авторов сообщений.

Таблица 1. Распределение авторов сообщений основных социальных сетей по признаку пола, %⁹

Социальная сеть	Женщины	Мужчины
Вконтакте	61	39
Facebook	64	36
Instagram	82	18

⁶ <https://www.reuters.com/article/us-usa-cyber-twitter/false-news-70-percent-more-likely-to-spread-on-twitter-study-idUSKCN1GK2QQ>

⁷ Создание Rumor Gauge (автоматического алгоритма обнаружения фальшивых новостей) (https://ru.frwiki.wiki/wiki/Th%C3%A9orie_du_complot).

⁸ <https://news.mit.edu/2018/study-twitter-false-news-travels-faster-true-stories-0308> (March, 2018). См. также (Vosoughi, Roy, Aral, 2018).

⁹ <https://br-analytics.ru/statistics/author/vk/202305/20>

Таблица 2. Источники получения информации, %

Источник	Возрастная группа			
	18–30 лет	31–45 лет	46–60 лет	Старше 60 лет
Телевидение	32	51	69	87
Форумы, блоги, сайты социальных сетей	44	27	20	7

Таблица 3. Источники, вызывающие наибольшее доверие, %

Источник	Возрастная группа			
	18–30 лет	31–45 лет	46–60 лет	Старше 60 лет
Телевидение	24	34	44	63
Форумы, блоги, сайты социальных сетей	27	15	10	3

2. Возраст. Многочисленные исследования показывают, что число контактов у участников онлайн-сообществ заметно снижается в зависимости от увеличения возраста. Причем этот процесс характерен для всех стран и социальных сетей (Bruine de Bruin, Parker, Strough, 2020).

В табл. 2 и 3 приведена статистика организации Фонда «Общественное мнение» от 14 февраля 2023 г. относительно источников получения информации и доверия к ним¹⁰. Примерно такие же результаты, но с меньшим разбросом, ранее были опубликованы АНО «Левада-Центр»^{11,12}.

3. Регион проживания имеет значение, поскольку, согласно последним доступным данным Росстата за 2021 г., использование информационных технологий по регионам значительно варьирует. Так, удельный вес домашних хозяйств, имевших широкополосный доступ к сети Интернет в Ямало-Ненецком автономном округе, составляет 98,4%, а в Новгородской области значительно меньше — 69,5% (для сравнения — в Москве 94,4%). В свою очередь, доля населения, использовавшая сеть Интернет каждый день, в Тверской области составляет 66,5, а в Москве — 93%.

4. Тип поселения (сельское/городское) также влияет на доступность интернет-соединений.

5. Уровень коммуникабельности агента определяет число контактов в социальной сети и интенсивность их отправки. Для большинства агентов в модели установлено ограничение (некое максимально возможное число контактов) в 150 контактов — в соответствии с теорией Данбара о возможностях среднестатистического человека поддерживать социальные связи (Gonçalves, Pezza, Vespignani, 2011). Причем в зависимости от увеличения возраста число контактов снижается. Однако для некоторых агентов такого ограничения нет, и число контактов в модели для них неограниченно и может значительно превышать этот барьер. Это — варьируемый параметр, который вводит в цифровой социум различное число «лидеров мнений».

6. Уровень репутации агента влияет на степень доверия к получаемой от него информации.

7. Уровень восприятия информации (своего рода порог, для того чтобы новость была воспринята). В модель вводятся поправочные коэффициенты, корректирующие уровень восприятия информации в зависимости от возраста.

Ниже приведена функция, определяющая силу сигнала, поступающего к конкретному агенту в момент времени t :

$$f(t) = \left(e^{x(t-1)} - e^{-x(t-1)} \right) / \left(e^{x(t-1)} + e^{-x(t-1)} \right),$$

где $x(t) = (a(t)/r)(s_i/S)$ — соотношение контактов конкретного агента с их средним по социуму числом r , скорректированным на уровень распространения информационных технологий s_i в регионе i , в котором проживает агент; S — средний по стране уровень развития информационных технологий.

Мы тестировали несколько функций, лучшей из которых оказалась сигмоидальная, принимающая значение между 0 и 1. Вообще приведенное выше соотношение является гиперболическим тангенсом, результат которого варьирует от -1 до 1 . Но, учитывая, что аргумент функции всегда больше 0, то получаемое значение — также всегда положительное.

¹⁰ <https://fom.ru/SMI-i-internet/14835>

¹¹ Компания признана в России иностранным агентом.

¹² <https://www.levada.ru/2022/08/16/vospriyatie-novostnoj-informatsii-sredi-rossiyan-otnoshenie-k-presledovaniyu-v-internete/>



Рис. 2. Концептуальная схема работы модели

На рис. 2 приведена концептуальная схема работы модели, включающая несколько этапов.

Разберем эти этапы подробнее.

1. На этапе 1 происходит считывание информации из базы данных, инициализация программных конструкций модели (переменных, массивов, классов и т.д.).

2. На этапе 2 воспроизводится искусственное общество путем создания необходимого количества агентов — экземпляров программных классов, а также происходит присвоение конкретных значений перечисленным выше свойствам для каждого индивидуума. Этот процесс неоднозначный, поскольку требует подбора вероятностных функций, чтобы в конечном счете реализованный цифровой социум воспроизводил реальный в части половозрастной и региональной структур, а также соответствовал закладываемым предположениям по другим характеристикам (коммуникабельность, восприимчивость и др.).

3. На этапе 3 между агентами модели создаются социальные связи с учетом пола, возраста и уровня их коммуникабельности.

После процедур инициализации модели для пользователя выводится рабочее окно с возможностью изменения управляющих параметров, определяющих, кто из агентов получит новую информацию первым. Часть параметров может меняться и после этапа создания цифрового социума — к примеру, уровень коммуникации, репутации и восприятия информации для различных групп агентов, а также число и распределение лидеров мнений.

4. На каждом отрезке времени происходит расчет числа агентов, обладающих новой информацией. И в зависимости от уровня их коммуникабельности они передают ее дальше, среди своих еще неосведомленных контактов.

5. Для каждого агента, в том случае если он еще не получил новой информации, происходит расчет приведенной выше логистической функции с учетом интенсивности поступающего сигнала и уровня распространения информационных технологий в регионе проживания.

6. С учетом уровня восприятия, задаваемым в виде порогового значения, агент с определенной вероятностью усваивает новую информацию и в зависимости от уровня коммуникабельности становится участником процесса ее дальнейшего распространения.

7. Следующий этап является техническим и нужен для сбора статистики по всем агентам модели с последующей ее обработкой и пересчетом коллекций программ.

8. После завершения всех перечисленных выше процедур на экран выводятся результаты расчетов и система входит в режим ожидания дальнейших действий пользователя.

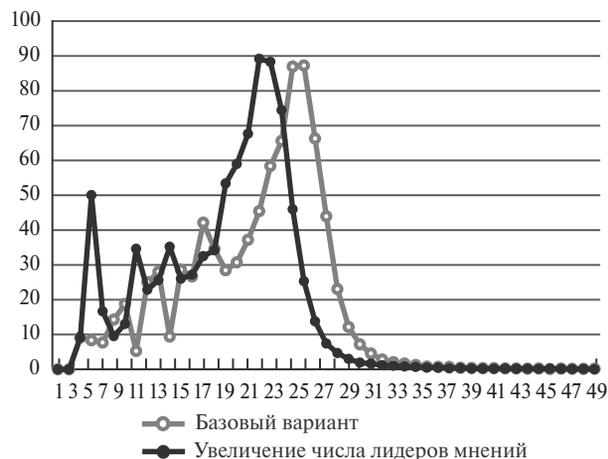


Рис. 3. Темп прироста информированных агентов: базовый вариант и сценарий 1 (ось абсцисс — такты модельного времени, ось ординат — темп прироста, %)



Рис. 4. Темп прироста информированных агентов: базовый вариант и сценарий 2 (ось абсцисс — такты модельного времени, ось ординат — темп прироста, %)

Вычислительные эксперименты

В качестве вычислительных экспериментов оценим скорость распространения информации в построенном нами цифровом двойнике социальной сети в зависимости от следующих сценариев расчетов:

- 1) увеличение числа *лидеров мнений* — участников социальной сети с числом контактов, на порядок превышающих их среднее число в моделируемом социуме;
- 2) снижение среднего уровня репутации агентов сети (за счет этого снижается уровень доверия к получаемой от агентов информации и снижается вероятность ее восприятия);
- 3) увеличение числа информированных агентов (таким образом, запускаемая в общество информация изначально имеет больший охват).

Для оценки будем рассматривать темп прироста информированных агентов (a), рассчитываемый следующим образом: $((a_t - a_{t-1}) / a_{t-1}) \times 100\%$. Полученные нами результаты приведены на рис. 3–5. Как видно, с точки зрения скорости распространения информации самым действенным сценарием является первоначальный охват целевой аудитории. Если сравнивать первый



Рис. 5. Темп прироста информированных агентов: базовый вариант и сценарий 3 (ось абсцисс — такты модельного времени, ось ординат — темп прироста, %)

и второй варианты ускорения рассматриваемого процесса, то вовлечение «лидеров мнений» является более эффективным механизмом, чем повышение уровня репутации агентов.

В 2023 г. в одном из самых цитируемых в мире журналов, «Scientific Reports», вышла статья авторского коллектива из Франции и Аргентины (Schawe et al., 2023), в которой рассматривается процесс распространения информации в различных социальных сетях (преимущественно Twitter) о наиболее заметных мировых событиях с января 2020 г. Авторы анализировали частоту использования участниками сети хэштэгов, имеющих отношение к восьми темам с наибольшим охватом (пандемия коронавируса, выборы в США, движение BLM и др.). Был обработан репрезентативный участок Twitter, включающий около 8 млн пользователей, опубликовавших около полумиллиарда твитов. Можно отметить, что характер процесса

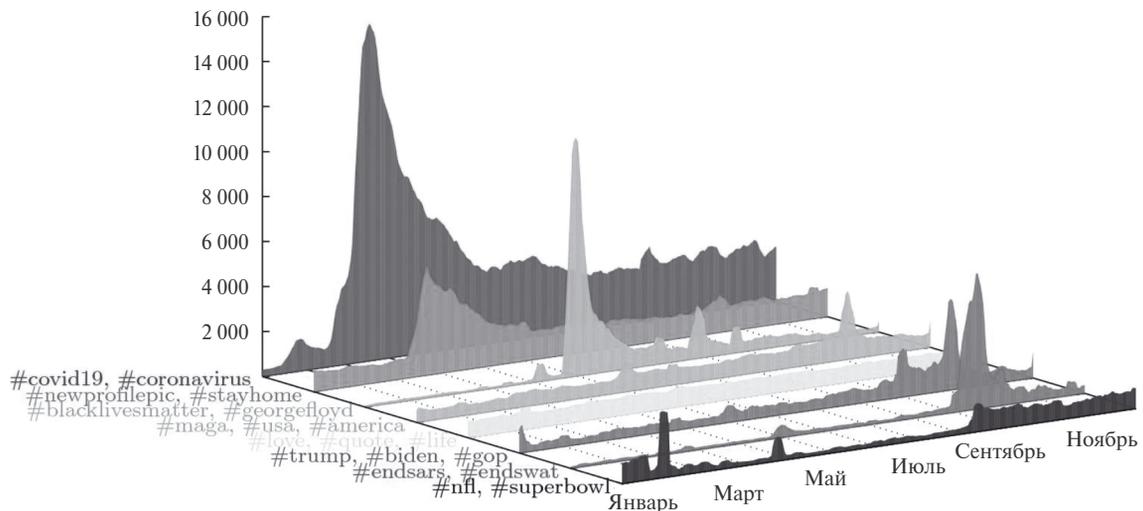


Рис. 6. Результаты исследования сети Twitter в части анализа динамики обсуждения наиболее занимающих внимание общественных процессов 2020–2021 гг. (вертикальная ось — число уникальных участников сети, использующих соответствующие хэштеги, отложенные по одной из горизонтальных осей)

Источник: Schawe et al., 2023.

распространения информации в реальной сети (рис. 6) весьма схож с искусственным аналогом построенного нами цифрового двойника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построенная нами агент-ориентированная модель достаточно хорошо воспроизводит процесс распространения информации в сравнении с реальными данными, полученными в ходе анализа наиболее популярных социальных сетей.

Этому способствует эмпирически подобранная функция, определяющая силу сигнала, поступающего к конкретному агенту, а также используемая для компьютерной реализации парадигма имитационного моделирования. Выше уже отмечалось, что большинство аналогов используют механизм реализованных в моделях эпидемий. Однако, как правило, технически это разрешается путем применения дифференциальных уравнений. В свою очередь, мы рассматривали социум на уровне отдельных индивидуумов, что позволило получить более реалистичного цифрового двойника.

Дополнительные преимущества разработанного инструмента, на наш взгляд, следующие: 1) учет региональной специфики, определяющий уровень распространения информационных технологий, влияющий на возможность охвата проживающего в соответствующем ареале (районе) населения; 2) анализ половозрастных характеристик агентов; 3) учет личностных особенностей — коммуникабельность, восприимчивость и др., также влияющих на процесс распространения информации.

Вычислительные эксперименты показали, что на скорость распространения информации в наибольшей мере влияет первоначальный охват целевой аудитории и вовлечение в этот процесс «лидеров мнений» с большим числом контактов.

Тем не менее, многие вопросы нуждаются в дальнейшей проработке. К примеру, необходимы ответы на следующие вопросы.

1. Почему некоторые новости распространяются быстрее и охватывают большую аудиторию?

2. С чем связана возможная задержка в восприятии отдельной информации? Иными словами, почему информация может долгое время быть доступной, но не распространяться, а ее активное продвижение происходит случайным образом?

И другие вопросы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

- Акопов А.С., Бекларян Л.А., Бекларян А.Л.** (2021). Мультисекторная модель ограниченного соседства: сегрегация агентов и оптимизация характеристик среды // *Математическое моделирование*. Т. 33. № 11. С. 95–114. DOI: 10.20948/mm-2021-11-06 [Акопов А.С., Бекларян Л.А., Бекларян А.Л. (2021). Multisector bounded-neighborhood model: Agent segregation and optimization of environment's characteristics. *Matematicheskoe Modelirovanie*, 33, 11, 95–114. DOI: 10.20948/mm-2021-11-06 (in Russian); Акопов А.С., Бекларян Л.А., Бекларян А.Л. (2022). Multisector bounded-neighborhood model: Agent segregation and optimization of environment's characteristics. *Mathematical Models and Computer Simulations*, 14, 3, 503–515. DOI: 10.1134/S2070048222030024 (in English).]
- Губанов Д.А.** (2021). Модели и методы информационного влияния и управления в активных сетевых структурах. Дис. ... уч. степ. докт. техн. наук. М.: ИПУ РАН. 307 с. [Gubanov D.A. (2021). *Models and methods of information influence and management in active network structures*. Dissertation for the degree of Doctor of Technical Sciences Moscow: Institute of Control Sciences RAS. 307 p. (in Russian).]
- Мачуева Д.А., Ажмухамедов И.М.** (2018). Моделирование процесса информационного взаимодействия в социальных системах // *Системы управления, связи и безопасности*. № 2. С. 18–39. Режим доступа: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-02/02-Machueva.pdf> [Machueva D.A., Azhmuhamedov I.M. (2018). Modeling the information interaction process social systems. *Systems of Control, Communication and Security*, 2, 18–39. Available at: <http://sccs.intelgr.com/archive/2018-02/02-Machueva.pdf> (in Russian).]
- Adämmer P., Schüssler R.A.** (2019). Forecasting the equity premium: Mind the news. *Review of Finance*. Forthcoming. SSRN: 3370424. DOI: 10.2139/ssrn.3370424
- Arruda H.F., Cardoso F.M., Arruda G.F., Hernandez A.R., Costa L.D., Moreno Y.** (2022). Modelling how social network algorithms can influence opinion polarization. *Information Sciences*, 588, 265–278. ISSN: 0020-0255. DOI: 10.1016/j.ins.2021.12.069
- Bass F.** (1969). A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 15 (5), 215–227. DOI: 10.1287/mnsc.15.5.215
- Beklaryan A.L., Beklaryan L.A., Akopov A.S.** (2022). Implementation of the deffuant model within the FLAME GPU framework. *Advances in Systems Science and Applications*, 21, 4, 87–99. DOI: 10.25728/assa.2021.21.4.1161
- Bruine de Bruin W., Parker A.M., Strough J.** (2020). Age differences in reported social networks and well-being. *Psychology and Aging*, March, 35 (2), 159–168. DOI: 10.1037/pag0000415
- Cai M., Luo H., Meng X.** et al. (2022). Influence of information attributes on information dissemination in public health emergencies. *Humanities Social Sciences Communications*, 9, 257. DOI: 10.1057/s41599-022-01278-2
- Calomiris C.W., Mamaysky H.** (2019). How news and its context drive risk and returns around the world. *Journal of Financial Economics*, 133, 2, 299–336. DOI: 10.1016/j.jfineco.2018.11.009
- Gonçalves B., Perra N., Vespignani A.** (2011). Modeling users' activity on twitter networks: Validation of Dunbar's number. *PLoS One*, 6 (8), e22656. DOI: 10.1371/journal.pone.0022656 Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3149601>
- Hong Y., Jiang F., Meng L., Xue B.** (2022). *Forecasting inflation with economic narratives and machine learning*. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4175749> or DOI: 10.2139/ssrn.4175749
- Kumar N.** (2019). *Information diffusion and summarization in social networks*. A thesis submitted to Indian institute of technology Hyderabad in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy. Hyderabad: Indian Institute of Technology. Available at: <https://core.ac.uk/reader/224956800>
- Kumar P., Sinha A.** (2021). Information diffusion modeling and analysis for socially interacting networks. *Social Network Analysis and Mining*, 11, 1. DOI: 10.1007/s13278-020-00719-7
- Kumar S., Saini M., Goel M.** et al. (2021). Modeling information diffusion in online social networks using a modified forest-fire model. *Journal of Intelligent Information Systems*, 56, 355–377. DOI: 10.1007/s10844-020-00623-8
- Larsen V.H., Thorsrud L.A., Zhulanova J.** (2021). News-driven inflation expectations and information rigidities. *Journal of Monetary Economics*, 117, 507–520. DOI: 10.1016/j.jmoneco.2020.03.004
- Li M., Wang X., Gao K., Zhang S.** (2017). A survey on information diffusion in online social networks: Models and methods. *Information*, 8, 118. DOI: 10.3390/info8040118
- Liu L., Qu B., Chen B., Hanjalic A., Wang H.** (2018). Modeling of information diffusion on social networks with applications to WeChat. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 496, 318–329. DOI: 10.1016/j.physa.2017.12.026
- Pond T., Magsarjav S., South T., Mitchell L., Bagrow J.P.** (2020). Complex contagion features without social reinforcement in a model of social information flow. *Entropy*, 22 (3), 265.

- Qiang Z., Pasiliao E.L., Zheng Q.P.** (2019). Model-based learning of information diffusion in social media networks. *Applied Network Science*, 4. Article number: 111. DOI: 10.1007/s41109-019-0215-3
- Rand W., Herrmann J., Schein B., Vodopivec N.** (2015). An agent-based model of urgent diffusion in social media. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 18 (2), 1. DOI: 10.18564/jasss.2616 or Available at: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/2/1.html>
- Rand W., Rust R.T.** (2011). Agent-based modeling in marketing: Guidelines for rigor. *International Journal of Research in Marketing*, 28 (3), 181–193. DOI: 10.1016/j.ijresmar.2011.04.002
- Razaque A., Rizvi S., Khan M.J., Almiani M., Rahayfeh A.A.** (2022). State-of-art review of information diffusion models and their impact on social network vulnerabilities. *Journal of King Saud University — Computer and Information Sciences*, 34, 1, 1275–1294. ISSN: 1319–1578. DOI: 10.1016/j.jksuci.2019.08.008 or Available at: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S131915781930388X>
- Röcherth D., Cargnino M., Neubaum G.** (2022). Two sides of the same leader: An agent-based model to analyze the effect of ambivalent opinion leaders in social networks. *Journal of Computational Social Science*, 5, 1159–1205. DOI: 10.1007/s42001-022-00161-z
- Schawe H., Beiró M.G., Alvarez-Hamelin J.I.** et al. (2023). Understanding who talks about what: Comparison between the information treatment in traditional media and online discussions. *Sci. Reports*, 13, 3809. DOI: 10.1038/s41598-023-30367-8
- Vosoughi S., Roy D., Aral S.** (2018). The spread of true and false news online. *Science*, Mar, 359, 6380, 1146–1151. DOI: 10.1126/science.aap9559
- Wang Y., Li G.** (2018). The spreading of information in online social networks through cellular automata. *Complexity*, 1–9. DOI: 10.1155/2018/1890643

Information wars in the contemporary world and simulation of news dissemination

© 2024 I.V. Losik, S.V. Sidorenko, M. Yu. Sidorenko, A.R. Bakhtizin

I.V. Losik,

presenter of evening news “Itogi Dnya” (“Results of the Day”) of “Zvezda” (“The Star”) TV and Radio Company of the Armed Forces of the Russian Federation; President of “Heirs of the Winners” Fund for the Preservation of the Cultural and Historical Memory of War Heroes; graduate student of the Higher School of Public Audit, Faculty of Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: iralosiknews@mail.ru

S.V. Sidorenko,

Department of Scientific & Methodological Supervision and Expert Activity, the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: sidor@presidium.ras.ru

M.Yu. Sidorenko,

Department of Scientific & Information Activity of the RAS and Interaction with the Scientific & Educational Community; Scientific & Publishing Council of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; e-mail: myusidorenko@pran.ru

A.R. Bakhtizin,

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences; Central Economics and Mathematics Institute, Russian Academy of Sciences; Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; e-mail: albert.bakhtizin@gmail.com

Received 08.09.2023

The work was carried out within the framework of the project “Software Development and analytical complex of socio-economic multi-agent models based on supercomputer technologies for implementation in situation centers of the country aiming to counter external threats and ensure national sovereignty of Russia”.

Abstract. The paper considers information wars that are part of modern hybrid conflicts. They were analyzed using computer models that implement the process of information dissemination in social communities. The typology of the most relevant and cited tools made possible to find an effective algorithm for implementing the authors’ agent-oriented model that takes into account individual characteristics of people and allows differentiated assessment of the impact of information messages only on a certain group. Within the framework of computational experiments, the speed of information dissemination in the constructed digital twin of a social network was estimated depending on the change in the number of opinion leaders and the number of initially informed agents, as well as on the decrease in the average level of reputation of network agents. The instrument designed may be used separately, as well as along within the complex models, including demographic and economic components.

Keywords: agent-oriented models, simulation of information dissemination, hybrid wars.

JEL Classification: C63, D91.

UDC: 330.47.

For reference: **Losik I.V., Sidorenko S.V., Sidorenko M.Yu., Bakhtizin A.R.** (2024). Information wars in the contemporary world and simulation of news dissemination. *Economics and Mathematical Methods*, 60, 2, 14–26. DOI: 10.31857/S0424738824020028 (in Russian).