

ОЦЕНКА ДОВЕРИЯ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭМПИРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Е. Ю. Кононова

Доктор экономических наук, доцент,
доцент кафедры экономической кибернетики и прикладной экономики
Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина
площадь Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина
katernyna.kononova@gmail.com

В условиях перехода к е-обществу количество ежедневно генерируемой информации растет стремительными темпами, при этом оценивать ее качество и достоверность становится все сложнее. Это ведет к формированию повышенного спроса на методы и модели оценки доверия как к источникам информации, так и к самой информации. К понятию доверия в последние годы обращались ученые из различных научных сфер – психологии, социологии, экономики, информатики. Однако, несмотря на растущее количество научных публикаций в данном направлении, исследования остаются фрагментарными и не дают целостного представления об особенностях формирования и распространения доверия в обществе. Новое междисциплинарное направление – анализ данных социальных медиа, в рамках которого исследуются профили и поведение пользователей онлайн-социальных сетей, – охватывает такие области как машинное обучение, искусственный интеллект, визуализация данных, алгоритмы поиска информации, лингвистика и масштабные вычисления. Принимая во внимание тот факт, что пользователями социальных сетей сегодня является более четверти населения планеты, социальные данные представляют собой репрезентативный срез общества и могут составить основу для построения и верификации моделей оценки доверия. Целью исследования является проверка теоретических предположений моделей оценки доверия на основе анализа поведения пользователей и структуры социальных сетей. В статье проанализировано распределение пользователей, их сообщений, друзей и групп, описаны нетипичные примеры. В результате кластеризации пользователей идентифицированы типы их поведения: выявлены кластеры «писателей», «распространителей» информации и ее потребителей – «читателей», а также кластер «малоактивных» пользователей. Анализ кластеров показал, что зачастую генераторы контента не являются основным каналом распространения информации, что противоречит теоретическим предположениям модели оценки доверия. Однако исследование структуры неявных связей между агентами свидетельствует в пользу гипотезы о том, что наиболее активно пишущие пользователи имеют наибольшее число контактов и пользуются наибольшим доверием.

Ключевые слова: *онлайн-социальные сети (ОСС), модели оценки доверия, типы поведения пользователей, карты Кохонена, структура сети, графовые модели.*

ОЦІНКА ДОВІРИ: ТЕОРЕТИЧНІ МОДЕЛІ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕМПІРИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ НА ПРИКЛАДИ СОЦІАЛЬНИХ МЕРЕЖ

К. Ю. Кононова

Доктор економічних наук, доцент,
доцент кафедри економічної кібернетики та прикладної економіки

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
площа Свободи, 4, м Харків, 61022, Україна
kateryna.kononova@gmail.com

В умовах переходу до е-суспільства кількість інформації, що генерується щодня, зростає швидкими темпами, при цьому оцінювати її якість і достовірність стає все складніше. Це веде до формування підвищеного попиту на методи та моделі оцінки довіри як до джерел інформації, так і до самої інформації. До поняття довіри останніми роками зверталися вчені з різних наукових сфер – психології, соціології, економіки, інформатики. Однак, незважаючи на зростаючу кількість наукових публікацій у даному напрямку, дослідження залишаються фрагментарними та не дають цілісного уявлення про особливості формування та поширення довіри в суспільстві.

Новий міждисциплінарний напрямок – аналіз даних соціальних медіа, в рамках якого досліджуються профілі та поведінка користувачів онлайнних соціальних мереж, – охоплює такі області як машинне навчання, штучний інтелект, візуалізація даних, алгоритми пошуку інформації, лінгвістика та масштабні обчислення. Беручи до уваги той факт, що користувачами соціальних мереж сьогодні є понад чверть населення планети, соціальні дані представляють собою репрезентативний зріз суспільства та можуть скласти основу для побудови та верифікації моделей оцінки довіри.

Метою дослідження є перевірка теоретичних гіпотез моделей оцінки довіри на основі аналізу поведінки користувачів і структури соціальних мереж. У статті проаналізовано розподіл користувачів, їх повідомлень, друзів і груп, описані нетипові приклади. В результаті кластеризації користувачів ідентифіковані типи їх поведінки: виявлено кластери «письменників», «розповсюджувачів» інформації та її споживачів – «читачів», а також кластер «малоактивних» користувачів. Аналіз кластерів показав, що найчастіше генератори контенту не є основним каналом поширення інформації, що суперечить теоретичним припущенням моделі оцінки довіри. Однак дослідження структури неявних зв'язків між агентами свідчить на користь гіпотези про те, що ті користувачі, які найбільш активно пишуть, мають найбільше число контактів і користуються найбільшою довірою.

Ключові слова: *онлайнні соціальні мережі (ОСМ), моделі оцінки довіри, типи поведінки користувачів, карти Кохонена, структура мережі, графові моделі.*

TRUST EVALUATION: THEORETICAL MODELS AND RESULTS OF EMPIRICAL RESEARCH ON SOCIAL NETWORKS

Kateryna Kononova

Doctor of Economics, Docent,
Associate Professor of Department
of Economic Cybernetics and Applied Economics

V.N. Karazin Kharkiv National University
4 Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine
kateryna.kononova@gmail.com

The amount of daily generated information is growing at a catastrophic rate while assessing its quality and reliability becomes more and more difficult. This leads to an increase in demand for methods and models of trust evaluation both to sources of information and to information itself. Scientists from various fields – psychology, sociology, economics, and computer science – dealt with the concept of trust in recent years. However, despite the growing number of scientific publications in this field, the relevant studies are fragmented and there is not yet a holistic understanding of the topic.

A new interdisciplinary area – Social Media Mining, which studies social networks structures, users' profiles and their behavior, spans areas such as machine learning, graph mining, information retrieval, knowledge-based systems, linguistics, common-sense reasoning, natural language processing and big data computing. Taking into account the fact that more than a quarter of the world population are users of several online social networks, social data are fully representative cross-section of society and can be the basis for the design and verification of trust models.

The purpose of the study is to examine the theoretical assumptions of trust models based on an analysis of users behavior and the structure of social networks. The article examines the distribution of users, their messages, friends and groups, describes atypical examples. Users clustering allowed identifying the types of their posting behavior: identified the clusters of "writers", "distributors" of information and its consumers – "readers", as well as a cluster of "low-active" users. Analysis of clusters showed that content generators are not the main channel for diffusion of information, which contradicts the theoretical assumptions of trust model. However, a study of the implicit relationships structure confirms the hypothesis that "writers" have the largest number of contacts and are most trusted.

Key words: *online social network (OSN), trust evaluation model, users posting behavior, Kohonen map, network structure, graph model.*

JEL Classification: C45, C81, D85

Введение

В результате развития информационных технологий сегодня более 80 % населения развитых стран имеют доступ в интернет. Сеть стала новой площадкой для делового и дружеского общения, основным источником политических, культурных и научных новостей, средством осуществления коммерческих сделок и взаимодействия с органами государственной власти.

В основе успешного взаимодействия между агентами сети лежит доверие между сторонами. Однако, если раньше оно базировалось на легко проверяемой информации (в условиях, когда информационные потоки были относительно скудными, выводы можно было сделать на основе физического контакта, перепроверить информацию через третьих лиц), сегодня верификация входящей информации становится все более и более сложной задачей, все труднее становится принимать решения о том, каким источникам доверять, а каким – нет. Таким образом, в последние 10–15 лет сформировался новый спрос на методы анализа информации и механизмы формирования доверия. Он породил предложение со стороны научного сообщества, понятие доверия исследовалось в психологии, социологии, экономике, информатике.

Анализ данных социальных медиа, в рамках которого исследуются профили и поведение пользователей социальных сетей, также вырос из этой новой потребности. Он сочетает в себе такие дисциплины, как структурный анализ сетей, управление мультимедиа, аналитика социальных медиа, анализ трендов и мнений, машинное обучение, искусственный интеллект, визуализация данных, алгоритмы поиска информации, теория систем, основанных на знаниях, лингвистика и масштабные вычисления. Учитывая, что более четверти населения планеты являются пользователями онлайн-социальных сетей (число агентов Facebook превысило два миллиарда), можно утверждать, что накопленные (и регулярно обновляемые) социальные данные о предпочтениях и поведении пользователей могут выступать основой для построения и верификации моделей оценки доверия, анализа процессов его формирования и распространения.

Понятие, свойства и типы доверия

Понятие доверия исследовалось в различных науках. В *психологии* под доверием понимается состояние агента, когда доверя-

ющий принимает риск на основании позитивных ожиданий относительно намерений доверителя [4, 28, 29, 31]. В *социологии* и *экономике* доверие определяется как субъективное ожидание доверяющего относительно будущего поведения доверителя [9, 23, 24]. В *информатике* доверие рассматривается с точки зрения «пользователя» и «системы» [22].

Во всех дисциплинах отношение доверия имеет два важных аспекта: риск и взаимозависимость [8, 28, 37]. Источником риска является неопределенность в отношении намерений другой стороны. Взаимозависимость обусловлена тем, что интересы обеих сторон связаны и не могут быть достигнуты без полагания друг на друга. Кроме того, доверие имеет следующие свойства:

- *зависимость от контекста*,
- *динамичность* – доверие может увеличиться или уменьшаться с новым опытом (основанном на результатах взаимодействий или наблюдений) [32],
- *распространяемость* – аналогично феномену распространения информации «из уст в уста» [1],
- *нетранзитивность* – потеря достоверности заключений вследствие увеличения их информативности [39],
- *комбинаторность* – возможность формирования доверия на основе мнений различных агентов, зачастую напрямую не связанных с данным,
- *субъективность*,
- *асимметричность* – один агент может доверять другому больше, чем второй доверяет первому,
- *самоусиление (положительная обратная связь)* – агенты склонны к усилению взаимодействия с теми, кому они уже доверяют,
- *чувствительность* – доверие требует много времени для формирования, но достаточно одного негативного события, чтобы его полностью уничтожить [24].

Шерхан [21] рассматривает следующие типы доверия:

- *расчетное доверие* (на основе дилеммы заключенного) определяется исходя из предположения о максимизации выгоды доверителя [36];
- *реляционное доверие* формируется в результате повторных взаимодействий между доверителем и доверяющим;
- *эмоциональное доверие* возникает в результате ощущения безопасности и комфорта в отношении доверителя [15];

- *когнитивное* доверие основывается на рациональном поведении агентов [15],
- *институциональное* доверие обеспечивает среду, которая поощряет сотрудничество между членами и наказывает «безбилетников» [17],
- *диспозициональное* доверие основано на предположении, что в течение жизни человек развивает обобщенные ожидания относительно достоверности поведения других людей [28].

Опыт моделирования доверия

Для моделирования доверия используются статистические и эвристические методы, методы машинного обучения и анализа поведения агентов. С использованием статистических методов для оценивания доверия разработаны модели на основе байесовских систем [14, 23], в рамках машинного обучения – модели искусственных нейронных сетей и сетей Маркова [21, 31]. Эвристические модели использовались для оценки репутации агентов [13]. В поведенческих моделях рассмотрены характер взаимодействия и способы распространения информации [1].

Для исследования доверия в социальных сетях разработаны модели на основе: 1) структуры сети (графовые модели), 2) поведения агентов, 3) гибридные модели.

Графовые модели, как правило, основаны на концепции «сети доверия» или FOAF (friend-of-a-friend) [10]. Также на основе структуры сети разрабатывались гравитационные модели доверия [20]. В графовой модели доверия Баскенса [7] рассматривалась гипотеза, что создатели контента имеют более высокий уровень доверия.

Для прогнозирования доверия Лиу предложил использовать шаблоны поведения пользователей [18]. Непал [25] разработал модель, в которой оценка доверия проводится на основе популярности (числа друзей) и участия (как часто агент посещает сайты, сколько сообщений он читает и комментирует). Адали [1] оценивал доверие на основе следующих факторов: общение (насколько долго и/или как часто два агента взаимодействуют друг с другом) и распространение (передается ли информация, полученная от одного агента, к другим).

Кроме того, в рамках этого направления исследовались вопросы создания и распространения информации. Ранние работы бы-

ли сфокусированы на поведении пользователей в блогах и изучали информационные эпидемии с использованием классической модели диффузии инноваций. Кумар [16] исследовал «взрывной характер» блогов, анализируя эволюционирующую структуру ссылок. Грюль [11] изучал проблему распространения тем из блога в блог, основываясь на анализе текстов, а не гиперссылок. Гуо [12] выявил ежедневные и еженедельные шаблоны поведения, исследуя две группы пользователей – активных и пассивных. Бамсук [6] также исследовал временные характеристики поведения агентов, сравнивая блогосферу и Twitter, коммерческие и некоммерческие блоги. Папагелис [17] анализировал связь между индивидуальным поведением и социальным влиянием. Лю [13] прогнозировал поведение пользователя на основе анализа кликов, Сюй [21] – на основе «горячих» новостей, репостов друзей и интересов пользователя, указанных в профиле. Роман [27] предложил стохастическую модель, основанную на психологии принятия решений.

В гибридных моделях доверия рассматриваются оба аспекта – и структура графа, и взаимодействия внутри сети. В таких моделях оценка явного доверия делается на основе сетевой структуры, тогда как оценка неявного доверия – на основе взаимодействий пользователя в сети. В рамках данного подхода Трифуновичем [34] предложена модель оппортунистической сети.

Цель и задачи исследования

В данной работе использован гибридный подход. Однако при разработке моделей мы будем исходить, в первую очередь, не из теоретических предположений, а из структуры и содержания данных.

Целью исследования является проверка теоретических предположений моделей доверия на основе анализа поведения пользователей и структуры онлайн-социальной сети. Для ее достижения в работе были поставлены и решены следующие задачи:

- проанализировать профили пользователей социальной сети, проживающих в целевом регионе, а также контент, ими генерируемый;

- выявить пользователей, проявляющих активность в рамках определенной тематики;
- определить типы поведения этих пользователей;
- исследовать связи между пользователями;
- оценить уровень доверия к тематическому контенту и группам пользователей, его формирующим.

Сбор и подготовка данных

Исследование построено на основе анализа 248 тыс. профилей пользователей одной из самых популярных (до недавнего времени) в отечественном сегменте социальных сетей «ВКонтакте», а также контенте – сообщениях и комментариях – этих пользователей. Собранный база данных включает следующие записи:

- идентификатор пользователя;
- список друзей пользователя;
- список групп, в которых состоит пользователь;
- открытые сообщения пользователя (посты и комментарии).

На первом этапе исследования набор данных был очищен от неинформативных сообщений:

- которые не содержали текстовой информации (а лишь ссылки, изображения, аудио и т. п.);
- язык которых не соответствовал анализируемому (для идентификации постов на русском языке использовалась библиотека *poliglot* языка *python*).

Затем, используя модуль *tokenizer* библиотеки *nltk python*, в сообщениях пользователей были выделены отдельные слова и удалены посторонние символы (знаки препинания, смайлики и т.п.). На основе библиотеки *rumorphy2* слова были лемматизированы, все буквы в словах переведены в нижний регистр.

Частотные характеристики выборки

После предварительной подготовки для каждого пользователя были рассчитаны его характеристики и число постов на заданную тему. В результате была сформирована таблица следующего вида (табл. 1).

Таблиця 1

ФРАГМЕНТ ДАННИХ БАЗИ ВК

Идентификатор	Число друзей	Число групп	Число постов	Число постов друзей	Число постов, тема 1	...	Число постов, тема 5
195269137	49	3	992	1439	138		61
187704426	53	10	949	62	109		39
17241807	193	1	925	593	95		20
35833523	332	1	789	726	82		13
906761	300	3	773	291	356		48
23419701	273	4	754	55	104		31
51258489	536	10	735	754	158		31

Распределение числа друзей пользователей сети описывается, как и большинство распределений в Интернет [1], степенным законом, как показано на рис. 1. При этом более чем у четверти пользователей друзей нет, около трети имеет от пятидесяти до ста друзей, почти 7 % – тысячники.

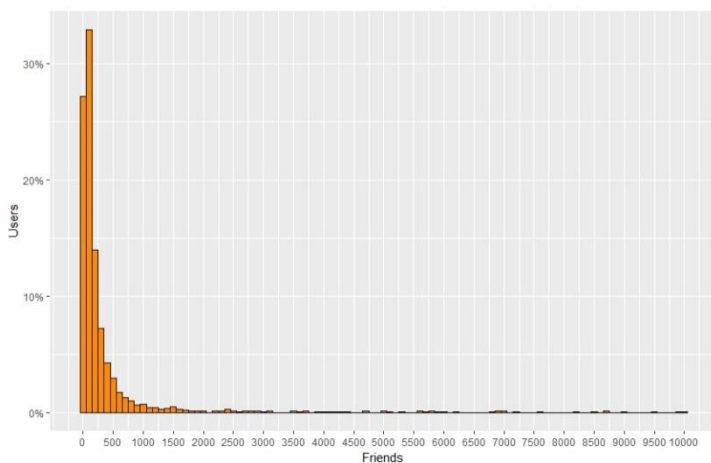


Рис. 1. Распределение числа друзей пользователя

Анализ показал, что две трети пользователей подписаны не более чем на пять групп, из них более 40 % вообще не состоят в тематических группах.

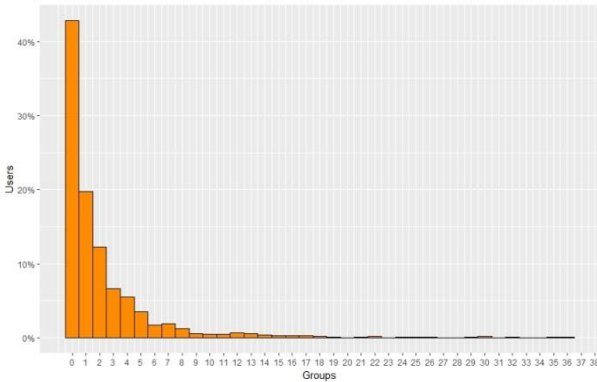


Рис. 2. Распределение числа групп, в которых состоит пользователь

Распределение общего числа постов имеет очень длинный хвост, для анализа которого пользователи, написавшие более 50 000 постов, были сгруппированы в один бин. На рис. 3 видим, что около одного процента пользователей не написали ни одного поста за исследуемый период, примерно столько же написало более 50 тысяч. Оба числа свидетельствуют о нетипичном поведении пользователей.

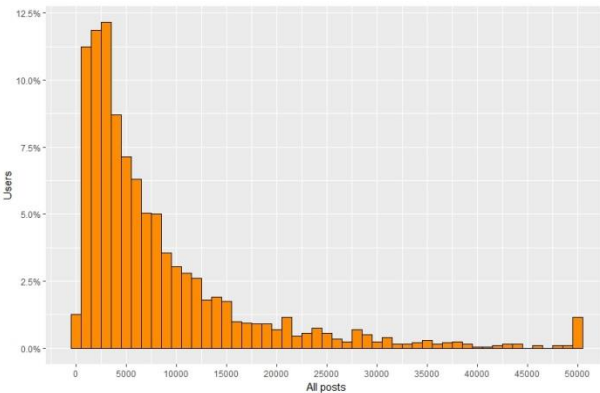


Рис. 3. Распределение общего числа постов пользователя

При этом на заданную тему в течение исследуемого периода почти половина пользователей написали от 500 до 1000 постов, в то же время лишь чуть меньше 4 % не написали вообще ничего (рис. 4).

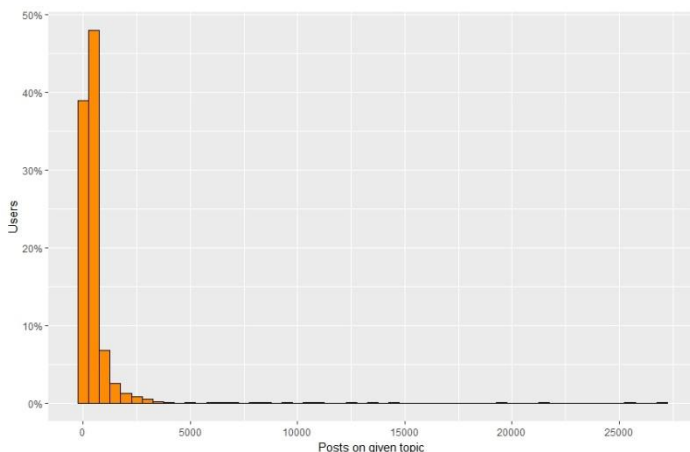


Рис. 4. Распределение числа тематических постов пользователя

Это распределение также имеет длинный хвост, анализ которого показал, что примерно 5 % пользователей написали более двух тысяч тематических постов за исследуемый период, что вызывает подозрение об их ангажированности. Принимая во внимание, что некоторые пользователи размещали посты 5–10 раз в день, можно предположить, что эта деятельность являлась для них своеобразной работой.

Как показало предварительное исследование, часть пользователей имеет колоссальное количество друзей, некоторые состоят в большом числе групп, некоторые размещают большое число собственных постов или сообщений друзей. В связи с этим, а также опираясь на теоретические предположения моделей оценки доверия, может быть поставлен ряд вопросов для достижения целей нашего исследования:

- состоят ли в группах те пользователи, у кого много друзей;
- много ли друзей у тех, кто много пишет;

– все ли темы создаются идентичным образом (например, за счет написания постов или ре-постов от друзей / из групп).

Для ответа на эти вопросы была проведена идентификация типов поведения пользователей ОСС.

Анализ типов поведения пользователей

Для выявления и описания типов поведения были использованы методы кластеризации (в частности карты Кохонена, позволяющие выявлять скрытые закономерности в данных).

В качестве параметров кластеризации были выбраны следующие:

- количество друзей;
- количество тематических постов;
- количество тематических групп, в которых состоит пользователь;
- количество тематических постов на стенах друзей пользователя.

После серии экспериментов с фрагментом базы данных сети ВКонтакте был получен набор карт, представленный на рис. 5.

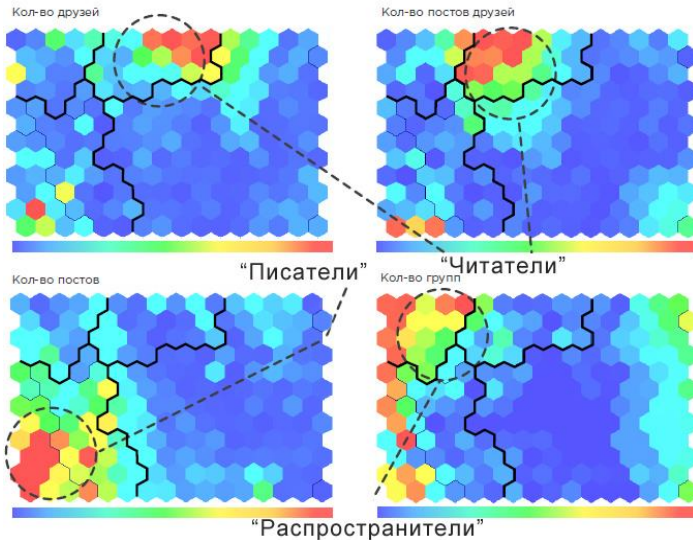


Рис. 5. Набор карт Кохонена, описывающих поведение пользователей

Анализ профилей представленных на рис. 5 кластеров (табл. 2) позволил описать следующие типы контент-поведения пользователей: «писатели», «распространители», «читатели» и «малоактивные».

Таблица 2

ТИПЫ ПОВЕДЕНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ, %

Кластер	Число друзей	Число групп	Число постов	Число постов друзей
Писатели (7,2 %)	31	31	71	33
Распространители (8,3 %)	13	50	12	12
Читатели (13,4 %)	48	13	10	49
Малоактивные (71,1 %)	7	6	8	6

Рассмотрим особенности кластеров. Чуть более семи процентов пользователей составили кластер «писателей». Хотя этот кластер самый маленький, его участники генерируют основной контент по заданной тематике. Кроме того, они чаще других оставляют комментарии.

Следующим по численности является кластер «распространителей» (около 8 %) – это пользователи с наибольшим количеством ре-постов из тематических групп. В отличие от других пользователей, у них мало друзей, они сосредоточены на сборе информации из тематических групп и ее дальнейшем распространении.

Среди людей, которые активно интересуются данной темой, наиболее многочисленным является кластер «читателей» (13 %), новостные ленты которых состоят из сообщений друзей. В отличие от «распространителей», они ориентированы скорее на потребление информации, чем на ее распространение.

Хотя большинство пользователей ВКонтакте (более 70 %) оказались слабо заинтересованы в исследуемой тематике (они и писали, и читали, и ре-постили относительно редко), однако некоторую активность в рамках тематики они все же продемонстрировали, отчего и попали в общий список. А значит, их можно рассматривать как потенциальную аудиторию.

Идентифицированные типы поведения графически представлены на рис. 6.

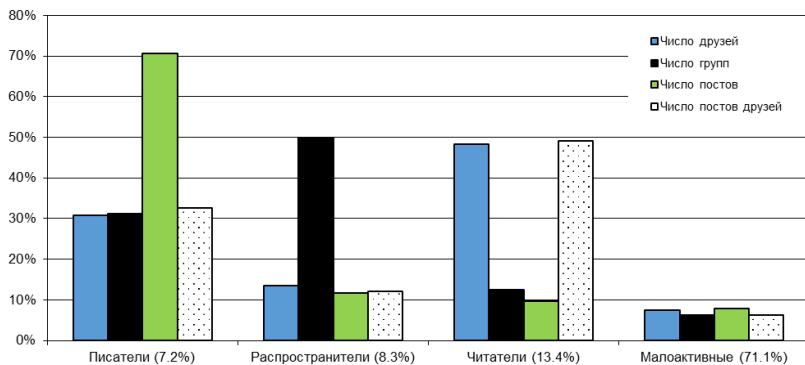


Рис. 6. Характеристики ядер кластеров

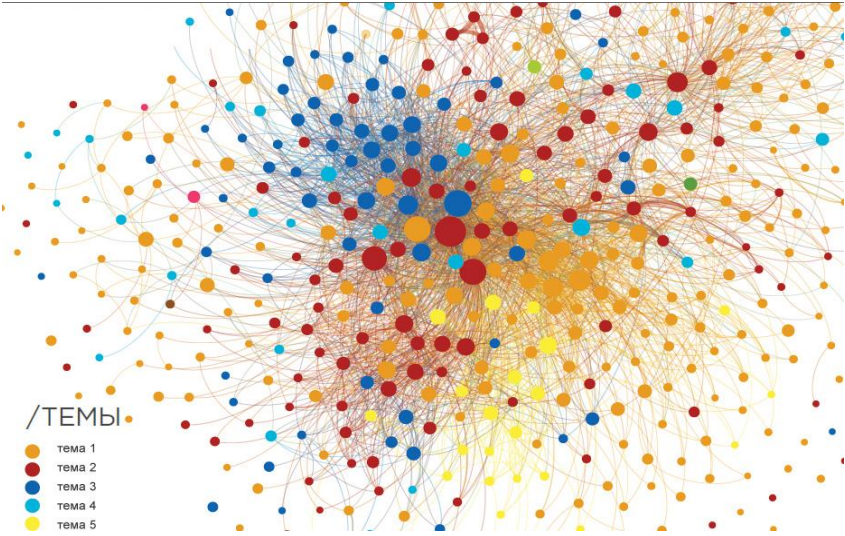
Анализ поведения пользователей показал, что у основных генераторов контента, составивших кластер «писателей», не самое большое число друзей, что противоречит предположениям моделей оценки доверия. Поэтому для дальнейшего исследования было решено проанализировать граф связей пользователей.

Анализ структуры сети

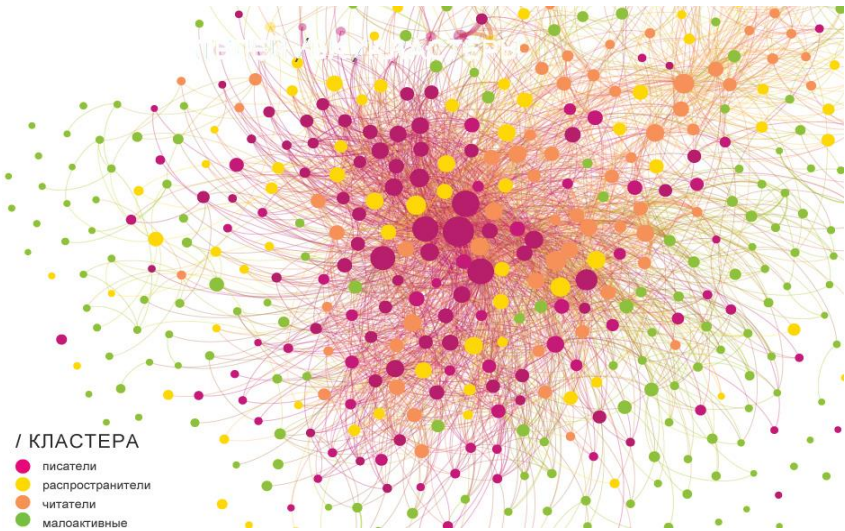
Для построения графа связей между пользователями были протестированы следующие гипотезы:

- связь между пользователями есть, если они дружат между собой в соцсетях (прямая связь), при этом сила связи определяется количеством общих друзей;
- связь между пользователями есть, если они имеют ненулевое количество общих друзей, но дружить друг с другом не обязаны (связь через друзей).

После ряда экспериментов с разными видами связей установлено, что соединение типа «связь через друзей» является более информативной с точки зрения формирования групп: выделились неявные группы пользователей, соответствующие исследуемым темам. На рис. 7 представлены графы связей пользователей в разрезе тем (рис. 7а) и кластеров (рис. 7б). Здесь размер маркера соответствует числу связей.



а)



б)

Рис. 7. Графы связей пользователей в разрезе: а) тем, б) кластеров

Анализ структуры сети, в которой реализовано соединение «связь через друзей», показал, что в этом случае мы снимаем выявленное выше противоречие с моделью оценки доверия Баскенса: действительно, при таком подходе вершины, соответствующие пользователям, составившим кластер «писателей», являются самыми значительными. Приведенная графовая модель позволяет выявить пользователей, пользующихся наибольшим доверием (пять центральных вершин графа).

Кроме того, на рис. 7 мы видим, что темы по кластерам распределены неравномерно. Детальный анализ показал, что лишь малоактивные пользователи интересуются темой 2, что можно видеть на рис. 8. В целом, интерес к этой и пятой теме одинаково низок как со стороны «писателей», так и среди «читателей» и «распространителей».

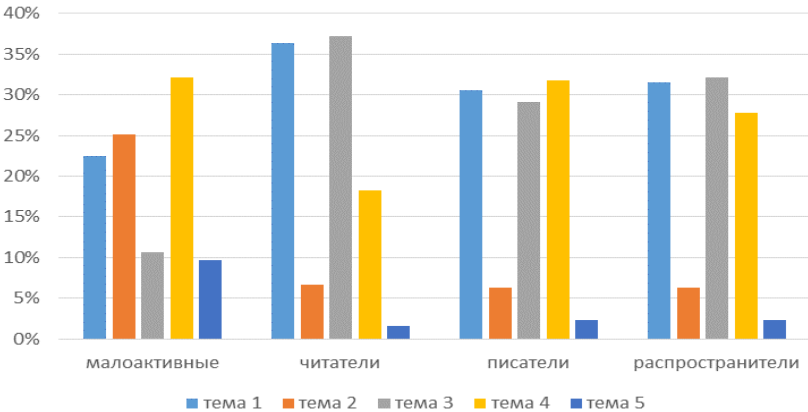


Рис. 8. Тематический срез кластеров

Выводы

В работе предложен комплекс моделей оценки доверия на основе анализа поведения пользователей и структуры онлайн-социальных сетей. В результате кластеризации агентов с использованием сетей Кохонена идентифицированы и описаны типы их поведения: выявлены кластеры «писателей», «распространителей» информации и ее потребителей – «читателей», а также

кластер «малоактивних» користувачів. Аналіз показав, що хоча кластер «писателів» є найменшим, саме ці користувачі генерують основну частину контенту. Однак, на відміну від теоретичних передбачень моделі оцінки довіри, друзів у користувачів цього кластера не так багато, як можна було б очікувати. При цьому, дослідження структури невидимих зв'язків між агентами на основі графової моделі, в якій реалізована «зв'язок через друзів», свідчить на користь гіпотези про те, що «писателі» мають найбільше число зв'язків і користуються найбільшою довірою. Аналіз кластерів в разрізі тем свідчить про нерівномірне розподілення активності користувачів і наводить на роздуми про штвременно створюваному інтересі до деяких з них. Цей питання потребує в подальшому дослідженні.

Література

1. *Abdul-Rahman A., Hailes S.* Supporting trust in virtual communities // Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences. – Maui, Hawaii: IEEE Computer Society, 2000. – P. 1769–1777.
2. *Adali S., Escrivá R., Goldberg M. K., Hayvanovych M., Magdon-Ismail M., Szymanski B. K., Wallace W.A., Williams G.* Measuring behavioral trust in social networks // Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics. – 2010. – P. 150–152.
3. *Adamic L.A., Huberman B.A.* Power-law distribution of the World Wide Web // Science. – 2000. – Vol. 287. – P. 2115–2115.
4. *Beatty P., Reay I., Dick S., Miller J.* Consumer trust in e-commerce web sites: A meta-study // ACM Computing Surveys. – 2011. – № 43. – Vol. 3. – P. 1–14.
5. *Benevenuto F., Magno G., Rodrigues T., Almeida V.* Detecting Spammers on Twitter [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.decom.ufop.br/fabricio/download/ceas10.pdf>.
6. *Bumsuk L.* A temporal analysis of posting behavior in social media streams [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/ICWSM12/paper/viewFile/4741/5094>.
7. *Buskens V.* The social structure of trust // Social Networks. – 1998. – № 20. – Vol. 3. – P. 265–289.
8. *Coleman J. S.* Foundations of Social Theory. – Cambridge, MA: Belnap Press of Harvard University Press, 1990. – 993 p.
9. *Dumouchel P.* Trust as an action // European Journal of Sociology. – 2005. – № 46. – P. 417–428.

10. *Golbeck J., Parsia B., Hendler J.* Trust networks on the semantic web // Proceedings of the 7th International Workshop on Cooperative Intelligent Agents. – Helsinki, Finland, 2003. – P. 238–249.
11. *Gruhl D., Guha R., Liben-Nowell D., Tomkins A.* Information diffusion through blogspace [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://people.csail.mit.edu/dln/papers/blogs/idib.pdf>.
12. *Guo L., Tan E., Chen S., Zhang X., Zhao Y.* Analyzing patterns of user content generation in online social networks [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cs.gmu.edu/~sqchen/publications/kdd09.pdf>.
13. *Huynh T.D., Jennings N.R., Shadbolt N.R.* Certified reputation: How an agent can trust a stranger // Proceedings of the 5th International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. – NY: ACM Press, 2006. – P. 1217–1224.
14. *Josang A., Ismail R.* The beta reputation system // Proceedings of the 15th Bled Electronic Commerce Conference. – Bled, Slovenia, 2002. – P. 891–900.
15. *Kuan H., Bock G.* The collective reality of trust: An investigation of social relations and networks on trust in multi-channel retailers // Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems. – Regensburg, Germany, 2005. – P. 1–8.
16. *Kumar R., Novak J., Raghavan P., Tomkins A.* On the bursty evolution of blogspace [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.disco.ethz.ch/lectures/fs12/seminar/paper/Barbara/32.pdf>.
17. *Lewis J.D., Weigert A.* Trust as a social reality // Social Forces. – 1985. – №63. – Vol. 4. – P. 967–985.
18. *Liu H., Lim E.-P., Lauw H.W., Le M.-T., Sun A., Srivastava J., Kim Y.A.* Predicting trusts among users of online communities: An epinions case study // Proceedings of the 9th ACM Conference on Electronic Commerce. – New York: ACM Press, 2008. – P. 310–319.
19. *Liu J., Dolan P., Pedersen E.R.* Personalized news recommendation based on click behavior [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://cs.northwestern.edu/~jli156/IUI224-liu.pdf>.
20. *Maheswaran M., Tang H.C., Ghunaim A.* Towards a gravity-based trust model for social networking systems // Proceedings of the 27th international conference on distributed computing systems workshops. – Washington, DC: IEEE Computer Society, 2007. – P. 24.
21. *Malik Z., Akbar I., Bouguettaya A.* Web services reputation assessment using a hidden markov model // Proceedings of the 7th International Joint Conference on Service-Oriented Computing. – 2009. – P. 576–591.
22. *Marsh S.P.* Formalising trust as a computational concept: PhD Thesis. – Stirling, UK: University of Stirling. – 1994.
23. *Mui L.* Computational models of trust and reputation: Agents, evolutionary games, and social networks [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://groups.csail.mit.edu/medg/people/lmui/docs/phddissertation.pdf>.

24. *Nepal S., Sherchan W., Bouguettaya A.* A behavior based trust model for service web // IEEE Conference on Service-Oriented Computing and Applications. – 2010. – P. 1–4.
25. *Nepal S., Sherchan W., Paris C.* STrust: A trust model for social networks // Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications. – 2011. – P. 841–846.
26. *Papagelis M., Murdock V., van Zwol R.* Individual behavior and social influence in online social systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.cs.toronto.edu/~papagel/docs/papers/all/HT11-Individual-Behavior-and-Social-Influence-in-Online-Social-Systems.pdf>.
27. *Roman P. E., Gutierrez M.E., Rios S.A.* A model for content generation in On-line social network [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.researchgate.net/publication/233897861>.
28. *Rotter J. B.* A new scale for the measurement of interpersonal trust // Journal Personality. – 1967. – № 35. – Vol. 4. – P. 651–665.
29. *Rousseau D. M., Sitkin S. B., Burt R. S., Camerer C.* Not so different after all: A cross-discipline view of trust // Academy Management Review. – 1998. – Vol. 23. – No. 3. – P. 393–404.
30. *Sherchan W., Nepal S., Paris C.* A Survey of trust in social networks [Електронний ресурс] // ACM Computing Surveys. – 2013. – Vol. 45. – No. 4. – P. 47:1–47:33. – Режим доступу : <http://people.cs.vt.edu/~irchen/5984/pdf/Sherchan-acm-CSUR13.pdf>.
31. *Song W., Phoha V. V., Xu X.* The hmm-based model for evaluating recommender's reputation // Proceedings of the IEEE International Conference on E-Commerce Technology for Dynamic E-Business. – 2004. – P. 209–215.
32. *Staab S., Bhargava B., Lilien L., Rosenthal A., Winslett M., Sloman M., Dillon T. S., Chang E., Hussain F. K., Nejd W., Olmedilla D., Kashyap V.* The pudding of trust: Managing the dynamic nature of trust // IEEE Intelligent Systems. – 2004. – Vol. 19. – Is. 5. – P. 74–88.
33. *Sztompka P.* Trust: A Sociological Theory. – Cambridge: Cambridge University Press, 1999. – 214 p.
34. *Trifunovic S., Legendre F., Anastasiades C.* Social trust in opportunistic networks // Proceedings of the INFOCOM IEEE Conference on Computer Communications Workshops. – 2010. – P. 1–6.
35. *Tyler T. R.* Why People Obey the Law. – New Haven, CT: Yale University Press, 1990. – 256 p.
36. *Tyler T. R., Degoey P.* Trust in organizational authorities: The influence of motive attributions on willingness to accept decisions // Trust in Organizations: Frontiers of Theory and Research / R. M. Kramer and T. R. Tyler, Eds. – Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 1996. – P. 331–356.
37. *Williamson O. E.* Calculativeness, trust and economic organization // Journal of Law and Economics. – 1993. – № 30. – Is. 1. – P. 131–145.

38. Xu Z., Zhang Y., Wu Y., Yang Q. Modeling User Posting Behavior on Social Media [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://yaowu.co/docs/sigir12.pdf>.

39. Yu B., Singh M. P. A social mechanism for reputation management in electronic communities // Proceedings of the 4th International Workshop on Cooperative Information Agents. – 2000. – P. 154–165.

References

1. Abdul-Rahman, A., & Hailes, S. (2000, January 7). Supporting trust in virtual communities. *Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on System Sciences (Maui, Hawaii: IEEE Computer Society)*, 1769–1777. DOI: 10.1109/HICSS.2000.926814

2. Adali, S., Escriva, R., Goldberg, M. K., Hayvanovych, M., Magdon-Ismail, M., Szymanski, B. K., Wallace, W.A., & Williams, G. (2010). Measuring behavioral trust in social networks. *Proceedings of the IEEE International Conference on Intelligence and Security Informatics*, 150–152.

3. Adamic, L.A., & Huberman, B.A. (2000). Power-law distribution of the World Wide Web. *Science*, 287, 2115–2115.

4. Beatty, P., Reay, I., Dick, S., & Miller, J. (2011). Consumer trust in e-commerce web sites: A meta-study. *ACM Computing Surveys*, 43(3), 1–14.

5. Benevenuto, F., Magno, G., Rodrigues, T., & Almeida, V. (2010). *Detecting Spammers on Twitter*. Retrieved from <http://www.decom.ufop.br/fabricio/download/ceas10.pdf>.

6. Bumsuk, L. (2012). *A temporal analysis of posting behavior in social media streams*. Retrieved from <http://www.aaai.org/ocs/index.php/ICWSM/ICWSM12/paper/viewFile/4741/5094>.

7. Buskens, V. (1998). The social structure of trust. *Social Networks*, 20(3), 265–289.

8. Coleman, J. S. (1990). *Foundations of Social Theory*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press.

9. Dumouchel, P. (2005). Trust as an action. *European Journal of Sociology*, 46, 417–428.

10. Golbeck, J., Parsia, B., & Hendler, J. (2003, August 27–29). Trust networks on the semantic web. *Proceedings of the 7th International Workshop on Cooperative Intelligent Agents (Helsinki, Finland)*, 238–249.

11. Gruhl, D., Guha, R., Liben-Nowell, D., & Tomkins, A. (2004). *Information diffusion through blogspace*. Retrieved from <http://people.csail.mit.edu/dln/papers/blogs/idib.pdf>.

12. Guo, L., Tan, E., Chen, S., Zhang, X., & Zhao, Y. (2009). *Analyzing patterns of user content generation in online social networks*. Retrieved from <https://cs.gmu.edu/~sqchen/publications/kdd09.pdf>.

13. Huynh, T.D., Jennings, N.R., & Shadbolt, N.R. (2006). Certified reputation: How an agent can trust a stranger. *Proceedings of the 5th*

International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (New York), 1217–1224.

14. Josang, A., & Ismail, R. (2002, June 17–19). The beta reputation system. *Proceedings of the 15th Bled Electronic Commerce Conference (Bled, Slovenia)*, 891–900.

15. Kuan, H., & Bock, G. (2005, May 26–28). The collective reality of trust: An investigation of social relations and networks on trust in multi-channel retailers. *Proceedings of the 13th European Conference on Information Systems (Regensburg; Germany)*, 1–8.

16. Kumar, R., Novak, J., Raghavan, P., & Tomkins, A. (2003). *On the bursty evolution of blogspace*. Retrieved from <http://www.disco.ethz.ch/lectures/fs12/seminar/paper/Barbara/32.pdf>.

17. Lewis, J. D., & Weigert, A. (1985). Trust as a social reality. *Social Forces*, 63(4), 967–985.

18. Liu, H., Lim, E.-P., Lauw, H.W., Le, M.-T., Sun, A., Srivastava, J., & Kim, Y.A. (2008). Predicting trusts among users of online communities: An epinions case study. *Proceedings of the 9th ACM Conference on Electronic Commerce (New York)*, 310–319.

19. Liu, J., Dolan, P., & Pedersen, E. R. (2010). *Personalized news recommendation based on click behavior*. Retrieved from <http://cs.northwestern.edu/~jli156/IUI224-liu.pdf>.

20. Maheswaran, M., Tang, H.C., & Ghunaim, A. (2007). Towards a gravity-based trust model for social networking systems. *Proceedings of the 27th international conference on distributed computing systems workshops (Washington, DC)*, 24.

21. Malik, Z., Akbar, I., & Bouguettaya, A. (2009). Web services reputation assessment using a hidden markov model. *Proceedings of the 7th International Joint Conference on Service-Oriented Computing*, 576–591.

22. Marsh, S.P. (1994). *Formalising trust as a computational concept*. PhD thesis. Stirling, UK: University of Stirling.

23. Mui, L. (2003). *Computational models of trust and reputation: Agents, evolutionary games, and social networks*. Retrieved from <http://groups.csail.mit.edu/medg/people/lmui/docs/phddissertation.pdf>.

24. Nepal, S., Sherchan, W., & Bouguettaya, A. (2010, December 13–15). A behavior based trust model for service web. *IEEE Conference on Service-Oriented Computing and Applications*, 1–4.

25. Nepal, S., Sherchan, W., & Paris, C. (2011). STrust: A trust model for social networks. *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications*, 841–846.

26. Papagelis, M., Murdock, V., & van Zwol, R. (2011). *Individual behavior and social influence in online social systems*. Retrieved from <http://www.cs.toronto.edu/~papagel/docs/papers/all/HT11-Individual-Behavior-and-Social-Influence-in-Online-Social-Systems.pdf>.

27. Roman, P. E., Gutierrez, M. E., & Rios, S. A. (2012). *A model for content generation in On-line social network*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/233897861>.

28. Rotter, J.B. (1967). A new scale for the measurement of interpersonal trust. *Journal Personality*, 35(4), 651–665.

29. Rousseau, D. M., Sitkin, S. B., Burt, R. S., & Camerer, C. (1998). Not so different after all: A cross-discipline view of trust. *Academy Management Review*, 23(3), 393–404.

30. Sherchan, W., Nepal, S., & Paris, C. (2013, August). A Survey of trust in social networks. *ACM Computing Surveys*, 45(4). DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/2501654.2501661>

31. Song, W., Phoha, V.V., & Xu, X. (2004). The hmm-based model for evaluating recommender's reputation. *Proceedings of the IEEE International Conference on E-Commerce Technology for Dynamic E-Business*, 209–215.

32. Staab, S., Bhargava, B., Lilien, L., Rosenthal, A., Winslett, M., Sloman, M., Dillon, T. S., Chang, E., Hussain, F. K., Nejd, W., Olmedilla, D., & Kashyap, V. (2004). The pudding of trust: Managing the dynamic nature of trust. *IEEE Intelligent Systems*, 19(5), 74–88.

33. Sztompka, P. (1999). *Trust: A Sociological Theory*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

34. Trifunovic, S., Legendre, F., & Anastasiades, C. (2010). Social trust in opportunistic networks. *Proceedings of the INFOCOM IEEE Conference on Computer Communications Workshops*, 1–6.

35. Tyler, T. R. (1990). *Why People Obey the Law*. New Haven, CT: Yale University Press.

36. Tyler, T. R., & Degoey, P. (1996). Trust in organizational authorities: The influence of motive attributions on willingness to accept decisions. In *Trust in Organizations: Frontiers of Theory and Research*. (pp. 331–356). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

37. Williamson, O.E. (1993). Calculativeness, trust and economic organization. *Journal of Law and Economics*, 30(1), 131–145.

38. Xu, Z., Zhang, Y., Wu, Y., & Yang, Q. (2012). *Modeling User Posting Behavior on Social Media*. Retrieved from <http://yaowu.co/docs/sigir12.pdf>.

39. Yu, B., & Singh, M. P. (2000). A social mechanism for reputation management in electronic communities. *Proceedings of the 4th International Workshop on Cooperative Information Agents*, 154–165.

Стаття надійшла до редакції 12.04.2017