



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН

Абрау-2016 • Труды конференции



А.П. Михайлов, А.П. Петров,
О.Г. Прончева

**Математическое моделирование
информационного противоборства в
эпоху Интернета**

Рекомендуемая форма библиографической ссылки

Михайлов А.П., Петров А.П., Прончева О.Г. Математическое моделирование информационного противоборства в эпоху Интернета // Научный сервис в сети Интернет: труды XVIII Всероссийской научной конференции (19-24 сентября 2016 г., г. Новороссийск). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2016. — С. 264-270. — doi:[10.20948/abrau-2016-43](https://doi.org/10.20948/abrau-2016-43)

Размещена также [презентация к докладу](#)

Математическое моделирование информационного противоборства в эпоху Интернета*

А.П. Михайлов¹, А.П. Петров¹, О.Г. Прончева^{1,2}

1 Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

2 Московский физико-технический институт (ГУ)

Аннотация. Работа посвящена исследованию моделей распространения информации и информационного противоборства. В одной из моделей информационного противоборства предполагается, что в социуме распространяются два потока информации так, что каждый индивид может стать адептом либо одной, либо другой стороны, в зависимости от того, какую информацию он получил первой. Модель усложнена рядом факторов и исследована численно и аналитически. Кроме того, рассмотрен случай, когда одна из сторон периодически дестабилизирует систему путем кратковременного скачкообразного повышения интенсивности пропаганды через СМИ. Другая модель информационного противоборства построена на основе традиционной нейрологической схемы. В рамках этой модели исследовано влияние степени поляризации общества на исход информационной войны.

Ключевые слова: математическое моделирование, распространение информации, информационное противоборство

1. Введение

Комплекс вопросов, связанных с информационным противоборством, распространением информации в социуме, безопасностью Интернета и его влиянием на общество, привлекает все большее внимание исследователей различных специальностей – как социологов (см., напр., [1-3]), так и специалистов по математическому моделированию. Целью последних, в самых общих чертах, является исследование данных процессов на основе методов математического моделирования [4-7].

В данной работе рассматривается процесс распространения информации в группе взаимодействующих индивидов. Каждый (не только исходный, но и ретранслирующий) источник информации передает ее в каждый конкретный момент либо многим индивидам, либо одному. Первое характерно для средств массовой информации (СМИ), второе – для процесса межличностной коммуникации.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 16-01-00306) и РГНФ (проект 15-03-00435)

Применительно к построению математических моделей, считается, что, для конкретного индивида, вероятность получить информацию от СМИ не зависит от того, сколько других индивидов ее уже получили. В противоположность этому, вероятность получить информацию при межличностной коммуникации зависит от количества уже охваченных ей индивидов. В этом состоит главное отличие между указанными механизмами распространения информации в социуме.

Строго говоря, существует ряд других важных различий между СМИ и межличностной коммуникацией. Одно из них связано с наличием обратной связи (от получателя информации к источнику): при диалоге она осуществляется непосредственно в момент общения и является гораздо более интенсивной, чем при получении информации от СМИ. В рассматриваемых нами моделях эти особенности не учитываются.

Развитие Интернета, особенно блогосферы и сервисов социальных сетей, привело к тому, что некоторые члены социума стали похожи на «маленькие СМИ с усиленной обратной связью». В этом смысле, можно говорить о новом типе коммуникации. Главное отличие блогера от СМИ, которое не позволяет рассматривать его как СМИ в моделях распространения информации, состоит в том, что такие блогеры включаются в процесс не одновременно. Другими словами, скорость распространения информации в данный момент зависит от количества уже охваченных ею блогеров. Данное свойство характерно для межличностной коммуникации, оно не позволяет приравнивать блогеров к СМИ.

Однако, в некотором приближении, для целей моделирования можно рассматривать распространение информации через блог как межличностную коммуникацию с повышенной интенсивностью. Действительно, реальный индивид успевает пообщаться «офф-лайн», например, в течение суток, лишь с относительно небольшим количеством других индивидов. В то же время, запись успешного блогера могут прочитать десятки тысяч людей.

Следует также отметить, что развитие Интернета предоставляет новые возможности для измерения распространения информации и, в связи с этим – для верификации математических моделей и их оцифровки (квантификации). В частности, ведутся работы по исследованию эмпирического материала относительно распространения информации в Твиттере; ожидаются, что будут получены оценки параметров моделей.

2. Базовые модели информационного нападения и информационного противоборства

В рамках базовой модели информационного нападения (см. [4,8]) предполагается, что неохваченный информацией индивид может получить ее либо от СМИ, либо путем межличностной коммуникации от информированного ранее индивида (адепта). Интенсивность распространения информации через межличностную коммуникацию при этом пропорциональна

также числу уже охваченных индивидов. Предполагается, что скорость распространения информации (то есть, число охваченных индивидов за единицу времени) складывается из скоростей распространения информации каждого из вышеупомянутых способов. Эта скорость пропорциональна числу ещё неохваченных индивидов.

Общая скорость изменения числа адептов (т.е. число завербованных в единицу времени) складывается из скорости распространению информации через СМИ и через межличностную коммуникацию.

Модель имеет вид задачи Коши для нелинейного дифференциального уравнения:

$$\frac{dX}{dt} = (\alpha + \beta X)(N - X), \quad X(0) = 0 \quad (1)$$

Здесь $X(t)$ — численность адептов (индивидов, владеющих информацией и распространяющих ее) в момент времени t , параметры α, β характеризуют, соответственно, интенсивность распространения через СМИ и путем межличностной коммуникации, N - число индивидуумов в социуме.

Рассмотрим теперь социальную общность, потенциально подверженную воздействию не одного, а двух несовпадающих между собой по содержанию информационных потоков. Пусть в начальный момент времени два источника разной информации одновременно начинают её транслировать, в результате чего оба информационных потока распространяются среди общности. Поскольку источники не тождественны друг другу, то данный процесс рассматривается как *информационное противоборство* (конкуренция, соперничество). Модель описывает динамику его развития по времени, а также определяет её конечный результат — «победителя» или «побеждённого». Победителем считается тот, кто к моменту полного охвата изучаемой общности обеими видами информации сумел распространить свою информацию среди большего, чем соперник, числа членов общности.

В этой модели [9] предполагается, что индивид, узнавший информацию от одного из источников, закрыт для второго, то есть исключается "перевербовка". Также делается предположение о том, что каждый из источников характеризуется своими значениями величин, описывающих интенсивность распространения информации. В этой модели скорость распространения путём межличностной коммуникации для каждого из источников пропорциональна числу индивидов, охваченных этим же источником.

Модель имеет вид задачи Коши для системы из двух дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = (\alpha_1 + \beta_1 X)(N - X - Y), & X(0) = 0; \\ \frac{dY}{dt} = (\alpha_2 + \beta_2 Y)(N - X - Y) & Y(0) = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Здесь X, Y — численности адептов первой и второй «партий», нижние индексы $i = 1, 2$ у параметров α_i, β_i соответствуют номерам этих «партий», N — число индивидуумов в социуме.

Известен также ряд альтернативных моделей распространения информации в социуме — например, [10-13].

3. Учет дополнительных факторов

На основе рассмотренных выше базовых моделей в работе [14] предложена модель, учитывающая ряд более сложных факторов, влияющих на распространение информации в социуме, в частности — забывание информации индивидами (возможность перехода адептов в неохваченные), неполный охват социума средствами массовой информации (неоднородность социума), двухшаговое усвоение и забывание информации (индивид присоединяется к числу адептов за два шага, будучи охваченным в первый раз, он становится *преадептом*, который получает и усваивает информацию по тем же правилам, что и неохваченный ею член группы).

Модель информационного нападения с учётом этих факторов имеет вид задачи Коши для системы из четырёх нелинейных дифференциальных уравнений, модель информационного противоборства имеет вид задачи Коши для системы из восьми нелинейных дифференциальных уравнений [15].

4. Моделирование периодических дестабилизирующих воздействий при информационном противоборстве в социуме

В описанных выше моделях интенсивность распространения информации через СМИ предполагалась постоянной. Соответственно, с течением времени в них формируются стационарные решения, соответствующие постоянным (установившимся) численностям сторонников той и другой точек зрения. В то же время реальные информационные кампании характеризуются непостоянством интенсивности СМИ. Усилившаяся пропаганда одной из точек зрения способна дестабилизировать сложившееся соотношение противоборствующих сторон. В соответствии с этим, изученная в [16] модель предполагает, что к «фоновой» постоянной интенсивности пропаганды одной из сторон добавляется еще одна, периодическая, компонента. Таким образом, параметр, характеризующий интенсивность распространения информации первой «партии» через СМИ, имеет вид кусочно-постоянной периодической функции времени:

$$\alpha_1 = \begin{cases} \alpha_1^*, t \in [iT; iT + t_{sw}) \\ \alpha_1^* + h, t \in [iT + t_{sw}; iT + T) \end{cases}, \quad i = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (3)$$

Здесь $T > 0$ — период, $t_{sw} \in (0; T)$ — продолжительность дестабилизирующего воздействия в течение каждого периода.

Наиболее интересным представляется случай, при котором в «фоновом» режиме более интенсивно через СМИ пропагандируется информация второй партии, а в течение интервалов дестабилизации – первой. Кроме того, учитывается забывание информации индивидами. Для случая малой интенсивности распространения информации путем межличностной коммуникации построена асимптотика периодического решения. Переходный режим исследован численно. В целом поведение системы при дестабилизирующем периодическом воздействии можно охарактеризовать как выход на периодический режим после переходного периода. В этом периодическом режиме чередуются интервалы времени, в течение которых то одна, то другая сторона имеет преимущество в численности адептов.

5. Модель выбора позиции индивидами при информационном противоборстве

В отличие от вышеописанных моделей, в работе [17] предполагается, что обе позиции уже известны каждому индивиду, и он должен примкнуть к той или иной «партии». Другими словами, задача каждой из противоборствующих сторон состоит не столько в том, чтобы ознакомить общество со своей позицией, сколько убедить его в своей правоте. При этом каждый индивид имеет некоторую сформированную в ходе предыдущего социального опыта склонность к принятию той или иной позиции, которая комбинируется с влиянием текущей ситуации на этого индивида. За основу модели взята нейрологическая схема Рашевского [18]. Модель имеет вид интегро-дифференциального уравнения:

$$\frac{d\psi}{dt} = A\alpha \left[C \left(2 \int_{-\psi(t)}^{\infty} N(\varphi) d\varphi - N_0 \right) + b_1 - b_2 \right] - a\psi, \quad (4)$$

с начальным условием

$$X(0) = \int_{-\psi(0)}^{\infty} N(\varphi) d\varphi. \quad (5)$$

Здесь

- ψ имеет смысл определяемого социальной средой сдвига стимулов в сторону поддержки первого источника информации, эта величина одинакова для всех членов социума;

- φ имеет смысл внутренней склонности индивида к выбору той или иной реакции (при $\varphi > 0$ индивид в отсутствие внешних стимулов выбирает первый источник информации), $-\infty < \varphi < \infty$;

- $N(\varphi)$ — распределение индивидов;

- N_0 — численность социума;

- $b_1 > 0$ и $b_2 > 0$ — параметры, характеризующие интенсивность пропаганды через СМИ от первого и второго источника соответственно, предполагается, что $b_1 > b_2$;

- численности $X(t), Y(t)$ индивидов, поддерживающих первый и второй источники, соответственно, даются формулами

$$X(t) = \int_{-\psi(t)}^{\infty} N(\varphi) d\varphi, \quad Y(t) = \int_{-\infty}^{-\psi(t)} N(\varphi) d\varphi, \quad (6)$$

остальные параметры подробно описаны в [17].

В рамках данной модели рассматривается влияние степени поляризации общества на исход информационного противоборства в случае, когда у одного из источников более сильная пропаганда. Показано, что в случае сильной поляризации влияние пропагандистского превосходства несущественно, то есть, при любых начальных условиях исходом информационной войны будет ничья. Кроме того, рассмотрен случай, когда поляризация общества линейно увеличивается с течением времени.

Также модель усложнена предпосылкой о неоднородности социума. Модель исследована аналитически и численными методами. Результатам дана содержательная социологическая трактовка.

Литература

1. Кастельс М. Галактика Интернет. Размышления об Интернете, бизнесе и обществе. – Екатеринбург: У-Фактория. 2004.
2. Кораблев М.Н., Лонцов В.В., Прончев Г.Б. Защита конфиденциальной информации в социальных сетях Интернета // Социология, 2010, № 4, С.33–45.
3. Прончев Г.Б., Муравьев В.И. Социальные сети как фактор перехода России к инновационному развитию // Социология, 2011, №3, С. 36-56.
4. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Наука, 2001 – 320 с.
5. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование в информационную эпоху // Вестник РАН. 2004, т.74, № 9, с. 781-784
6. Самарский А.А., Михайлов А.П. Методологические основы моделирования социальных процессов: пределы возможного // Математическое моделирование социальных процессов. Под ред. В.И.Добренькова, А.А.Самарского. 2000.
7. Михайлов А.П., Петров А.П. Поведенческие гипотезы и математическое моделирование в гуманитарных науках // Математическое моделирование. 2011. Т.23. №6. С. 18-32.
8. Михайлов А.П., Ключев Н.В. О свойствах простейшей математической модели распространения информационной угрозы // Математическое

- моделирование социальных процессов, вып. 4. М.: МАКС Пресс, 2002. С. 115-123.
9. Маревцева Н.А. Простейшие математические модели информационного противоборства // Серия "Математическое моделирование и современные информационные технологии", выпуск 8. Сборник трудов Всероссийских научных молодежных школ. Научно-издательство Южного федерального университета, 2009, с.354-363.
 10. Daley D.J., Kendall D.G. Stochastic Rumors // Journal of the Institute of Mathematics and its Applications. Vol. 1 (1964). pp. 42-55.
 11. Шведовский В.А. Моделирование распространения информации в смежных социальных группах // Математические методы в социологическом исследовании, Наука, М., 1981. с.207-214.
 12. Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. М.: Физматлит, 2010, 228 с.
 13. Thompson K., Castro Estrada R., Daugherty D., Cintron-Arias A. A Deterministic Approach to the Spread of Rumors // Working paper, Washington, DC, USA, 2003.
 14. Михайлов А.П., Петров А.П., Маревцева Н.А., Третьякова И.В. Развитие модели распространения информации в социуме // Математическое моделирование, 2014, т.26, №3, с.65-74.
 15. А.П. Михайлов, А.П. Петров, О.Г. Прончева, Н.А. Маревцева. Математическое моделирование информационного противоборства в социуме. // Международный экономический симпозиум – 2015. Материалы Международных научных конференций, посвященных 75-летию экономического факультета Санкт-Петербургского государственного университета: сборник статей. Отв. ред. С.А. Белозеров, р.293–303. ООО "Скифия-принт" Санкт-Петербург, 2015
 16. Михайлов А. П., Петров А. П., Прончева О.Г., Прончев Г.Б., Маревцева Н.А. Моделирование периодических дестабилизирующих воздействий при информационном противоборстве в социуме // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2016. № 16. 13 с. URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2016-16>, DOI: 10.13140/RG.2.1.1842.3441
 17. А.П.Петров, А.И.Маслов, Н.А.Цаплин. Моделирование выбора позиций индивидами при информационном противоборстве в социуме // Математическое моделирование, 2015. Т.27, №12. С.137-148.
 18. Н. Рашевский. Две модели: подражательное поведение и распределение статуса // Математические методы в современной буржуазной социологии. Сборник статей. Под ред. Г.В. Осипова. – М.: Прогресс, 1966, с.175-197.