

DOI:

МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА С УЧЕТОМ МНЕНИЙ ИНДИВИДОВ ОТНОСИТЕЛЬНО ЗНАЧИМОСТИ ТЕМ¹

Петров А.П.¹, Прончева О.Г.²

¹Институт прикладной математики м. М.В. Келдыша РАН,
Россия, г. Москва, Миусская пл., д.4.

²Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Россия, г. Долгопрудный, Институтский пер., д.9.
petrov.alexander.p@yandex.ru, olga.proncheva@gmail.com

Аннотация: Рассматривается модель информационного противоборства в социуме, учитывающая многомерность информационной повестки. Предполагается, что индивид принимает решение о поддержке той или иной стороны на основе соотношения информационных стимулов. Рассмотрена задача о выборе стратегии противоборства, проведен численный расчет.

Ключевые слова: информационное противоборство, нейробиологическая модель, оптимальная стратегия.

Введение

Математическое моделирование распространения информации в социуме можно отсчитывать от моделей слухов (rumor models), не учитывающих вещание масс-медиа, и рассматривающих лишь передачу информации при межличностной коммуникации. Наиболее ранние модели такого рода [1, 2], были предложены еще в 1964 и 1973 годах. Они рассматривают замкнутую группу индивидов и предполагают, что в каждый момент времени некоторые из них имеют определенную информацию и распространяют ее среди других людей. Таким образом, имеет место распространение слуха (в данной области, термин «слух» не обязательно означает, что информация не подтверждена). В наше время выходит обширная литература по моделированию слухов, которая развивается главным образом как отрасль математики в четком отделении от социальных наук. Например, модель, в которой общая численность индивидов меняется со временем, изучалась в [3], в других работах рассматривались, в частности, модель с несколькими группами распространителей информации и модель, рассматривающая передачу слуха после инкубационного периода. Некоторые работы направлены на математическое обобщение моделей. Это лишь некоторые из огромного количества работ, которые разрабатывают подходы Дейли-Кендалла [1] и Маки-Томпсона [2].

На их основе также была предложена в 1977 году первая модель конкурирующих слухов [4], которая может считаться первой моделью информационного противоборства. Она рассматривает распространение двух конкурирующих слухов, причем если распространитель первого слуха встречает распространителя второго слуха, то он также начинает распространять второй слух. Идея состоит в том, что первый слух является фальшивым, а второй содержит убедительное доказательство его ложности. Модели конкурирующих слухов рассматриваются и в современных работах.

Заметим, что в рамках данного подхода «победитель» противоборства искусственно задается самим исследователем уже при построении модели (второй слух, по самой формулировке модели, считался более сильным, чем первый). Другой подход [5] предполагает, что противоборствующие информационные потоки изначально «равноправны», а каждый индивид становится приверженцем той стороны, информацию которой получит раньше. Победитель противоборства определяется в результате анализа модели: в [5] было аналитически получено так называемое «условие победы», т.е. неравенство (содержащее параметры системы), определяющее, какая из сторон противоборства имеет большее количество сторонников при достаточно большом t .

Среди современных направлений в данной области отметим также анализ динамики мнений [6]. Нарастающее количество публикаций, в основном зарубежных авторов, рассматривает информационное противоборство в социальных сетях. Из публикаций российских авторов отметим монографию [7]. В моделях такого рода большое значение играет структура сети, влияние соседних элементов сети друг на друга, репутация отдельных агентов (узлов сети) и т.д.

Эмпирические работы, связанные с математическим моделированием противоборства представляют интерес тем, что они предоставляют как качественные социологические положения, так и количественные соотношения, которые могут быть использованы при построении математических моделей информационного противоборства.

¹Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 20-01-00229)

В качестве примера эмпирического исследования динамического процесса приведем работу [8], в которой анализируются поисковые запросы, сделанные пользователями интернета, и результаты которой могут быть использованы при анализе и прогнозе социально-экономической, и социально-политической обстановки в регионах и стране в целом.

Настоящая работа развивает нейробиологическую модель информационного противоборства [9], ставящую в центр внимания процесс принятия индивидом решения о поддержке той или иной стороны противоборства на основании поступающих к нему информационных стимулов. Для описания принятия решения используется традиционная нейробиологическая схема Рашевского.

1 Положения, лежащие в основе модели

Рассматривается информационное противоборство, проходящее по двум темам. В этом плане, настоящая работа может рассматриваться как развитие статьи [10]. В отличие от указанной работы, здесь предполагается, что различные индивиды имеют различные предпочтения от того, какая из тем представляется им более значимой.

Заметим, что именно эта дифференцированность является характеристикой, которая явным образом определяется в ходе социологических опросов в разных странах. Например, традиционная анкета опроса телеканала CNN на президентских выборах США содержит вопрос «Какова наиболее важная тема для страны?» с несколькими вариантами ответа. Так, на президентских выборах 2016-ого года темы «Внешняя политика» и «Иммиграция» считали наиболее важной по 13% избирателей, тему «Экономика» - 52%, тему «Терроризм» - 18%.

В настоящей модели рассматривается противоборство по двум темам; часть индивидов (составляющая долю m) изначально более склонна считать Тему 1 более важной, чем Тему 2, другая часть – наоборот. Примем, что агитация индивидами по этим темам происходит пропорционально этим величинам.

Перейдем к изложению некоторых положений модели; при этом будем существенно опираться на изложение [10] более простой модели, развитием которой является настоящая работа.

Наличие нескольких тем противоборства трактуется в модели как многомерность информационного поля, причем успехи какой-либо стороны по одной из компонент отражаются на противоборстве по другой компоненте. Проиллюстрируем логику этой зависимости следующим упрощенным примером. Пусть противоборство идет по темам «Экономика» и «Терроризм».

Предположим, что в ходе противоборства Правая партия интенсифицировала свою агитацию по вопросам борьбы с терроризмом. В соответствии с теорией установления информационной повестки дня, усиление медийного освещения данной темы приводит к тому, что общество начинает считать эту тему более важной (чем ранее). В этом обществе присутствуют, в частности, индивиды, которые поддерживают Левую партию по вопросам экономики, и Правую партию – по вопросам Терроризма.

Рассмотрим одного из таких индивидов и предположим, что «на прошлой неделе» он считал тему «Экономика» более важной, то в целом он был сторонникомлевой партии (и был готов отдать за нее свой голос на выборах). Вследствие этого, он воздерживался от критикилевой партии по теме «Терроризм», несмотря на то, что по этой теме он поддерживал Правую партию. Другими словами, в дискуссиях с другими индивидами он выступал в поддержкулевой партии по вопросам экономики (поскольку такова его позиция, и он считает эту тему важной), но воздерживался от выступлений по теме борьбы с терроризмом (потому что не желал поддерживать противоположную партию и критиковать «свою партию» по второстепенному вопросу). Однако за последнюю неделю произошли изменения: ввиду того, что Правой партии удалось привлечь больше общественного внимания к теме «Терроризм», эта тема стала восприниматься, как более значимая (чем неделю назад) в глазах общественного мнения. В частности, рассматриваемый индивид стал воспринимать ее как более важную, чем тема «Экономика». Вследствие этого он поменял партийную принадлежность: теперь он в целом поддерживает Правую партию (и готов отдать за нее свой голос), так как поддерживает ее позицию по теме, которую теперь считает более важной. Соответственно, изменилось его поведение в ходе дискуссий с соседями по социуму. Как и прежде, он поддерживает левых в части экономики, и правых в части борьбы с терроризмом. Но если на прошлой неделе он выступал в поддержкулевой партии по вопросам экономики и воздерживался от выступлений по борьбе с терроризмом, то теперь он воздерживается о выступлений по вопросам экономики и выступает в поддержку правых по борьбе с терроризмом. Одно из следствий этого состоит в том, что позициилевой партии по вопросам экономики также ослабнут, так как теперь меньшее количество индивидов выступают в поддержку (количество сторонников левых экономических взглядов могло и не уменьшится, но они стали более

«молчаливыми»). Таким образом, успехи Правой партии по теме «Терроризм» околным образом привели к усилению ее позиций по теме «Экономика» (приведенное рассуждение излагает модель упрощенно в том смысле, что оно не учитывает степень поддержки индивидом той или иной партии по той или иной теме; другими словами, в модели он не просто «поддерживает левых по экономическим вопросам», но поддерживает с большей или меньшей убежденностью).

2 Модель

Пусть в социуме численности N_0 происходит информационное противоборство двух партий: L (left, левая) и R (right, правая) по двум темам, по каждой из которых эти партии имеют противоположные позиции. Каждый член социума придерживается по каждой из тем одной из двух партийных позиций. Каждая из партий пропагандирует свою позицию по каждой из через аффилированные СМИ, кроме того, за них агитируют сторонники партий.

Приверженность (i -того) индивида какой-либо из партийных точек зрения по некоторой теме проявляется в его манифестируемой позиции, которая является бинарной величиной, принимающей значения L и R. Она является проявлением его внутренней позиции $\lambda_i(t)$, которая представляет собой сумму неизменной во времени (на протяжении данного противоборства) установки и динамического слагаемого: $\lambda_i(t) = \varphi_i + \psi(t)$.

Связь между внутренней и внешней позициями имеет следующий вид: если по какой-либо теме внутренняя позиция положительна: $\lambda_i(t) > 0$, то внешняя позиция равна R, в противоположном случае она равна L. Другими словами, отрицательные значения внутренней позиции соответствуют поддержке позиции левой партии, положительные – правой, причем чем больше абсолютное значение величины $\lambda_i(t)$, тем сильнее поддержка.

Установка $\varphi_j \in (-\infty, \infty)$ (где j – номер темы) – это долгосрочная склонность индивида к поддержке той или иной партии. Динамическое слагаемое $\psi_j(t) \in (-\infty, \infty)$ имеет смысл определяемого информационной средой сдвига стимулов в сторону поддержки партии R. Уравнения для $\psi_1(t), \psi_2(t)$ определяют динамику противоборства. В данной модели удобным образом для информационного противоборства является параллельное перетягивание двух канатов: Правая партия стремится «тянуть направо» $\psi_1(t), \psi_2(t)$, в то время, как Левая партия стремится «тянуть их налево». На динамику влияют пропаганда обеих партий через аффилированные с ними СМИ, а также получение информации от других членов общества при межличностной коммуникации.

Поскольку в модели рассматриваются две темы, то возможна ситуация, при которой индивид поддерживает одну из партий по первой теме, и противоположную партию – по другой: например, $\varphi_1 + \psi_1(t) > 0, \varphi_2 + \psi_2(t) < 0$. В этом случае положим, что индивид является сторонником правой партии, если $g(t)(\varphi_1 + \psi_1(t)) + (1 - g(t))(\varphi_2 + \psi_2(t)) > 0$, и левой партии – в случае противоположного неравенства. Здесь $g(t) \in (0; 1)$. Вектор $\{g(t), 1 - g(t)\}$ будем называть повесткой, он характеризует значимость тем в сопоставлении друг с другом.

В модели работы [10] предполагалось, что повестка определяется лишь соотношением между объемами вещания по первой и второй темам: чем больше медийного внимания уделяется первой теме (по сравнению со второй), тем больше увеличивается $g(t)$. В настоящей работе предполагается, что динамика функции $g(t)$ формируется не только медийным вещанием, но и общественной дискуссией.

Модель имеет следующий вид:

$$(1) \quad \frac{d\psi_1}{dt} = -a\psi_1 + b_{1R} - b_{1L} + gmC(R_1 - L_1),$$

$$(2) \quad \frac{d\psi_2}{dt} = -a\psi_2 + b_{2R} - b_{2L} + (1 - g)(1 - m)C(R_2 - L_2),$$

$$(3) \frac{dg}{dt} = k \left[\frac{b_{1L} + b_{1R} + gC(R_1 + L_1)}{b_{1L} + b_{1R} + b_{2L} + b_{2R} + gC(R_1 + L_1) + (1-g)C(R_2 + L_2)} - g \right]$$

Здесь параметр a описывает, насколько быстро индивиды возвращаются на свои «долгосрочные» политические позиции при отключении информационных стимулов, b_{iL}, b_{iR} – суть интенсивности вещания левой и правой партии по i -той теме, C – положительная константа, параметр k описывает скорость изменения повестки, R_1, L_1 – численности индивидов, поддерживающих, соответственно, Правую и Левую партии по первой теме (см. выводы формул в [10]):

$$R_1 = \iint_{R1} N(\varphi_1, \varphi_2) d\varphi_1 d\varphi_2; \quad L_1 = \iint_{L1} N(\varphi_1, \varphi_2) d\varphi_1 d\varphi_2,$$

где

$$R1: g(\varphi_1 + \psi_1) + (1-g)(\varphi_2 + \psi_2) > 0, \quad \varphi_1 + \psi_1 > 0,$$

$$L1: g(\varphi_1 + \psi_1) + (1-g)(\varphi_2 + \psi_2) < 0, \quad \varphi_1 + \psi_1 < 0.$$

Аналогично, по второй теме за правую и левую партии агитируют индивиды, имеющие численности, соответственно,

$$R_2 = \iint_{R2} N(\varphi_1, \varphi_2) d\varphi_1 d\varphi_2; \quad L_2 = \iint_{L2} N(\varphi_1, \varphi_2) d\varphi_1 d\varphi_2,$$

где

$$R2: g(\varphi_1 + \psi_1) + (1-g)(\varphi_2 + \psi_2) > 0, \quad \varphi_2 + \psi_2 > 0,$$

$$L2: g(\varphi_1 + \psi_1) + (1-g)(\varphi_2 + \psi_2) < 0, \quad \varphi_2 + \psi_2 < 0.$$

3 Результаты

Проведена серия численных экспериментов со следующими значениями параметров

$$a = 1, b_{1L} = 3, b_{2L} = 2, C = 1, m = 0.6, k = 1, \psi_1(0) = \psi_2(0) = 0, g(0) = 0.5$$

Распределение индивидов по установкам имеет вид

$$N_1(\varphi_1, \varphi_2) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\varphi_1^2}{2\sigma^2}\right) \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(\varphi_2 - p)^2}{2\sigma^2}\right)$$

где $\sigma = 2$, $p = 0.6$. Таким образом, по каждому из вопросов рассматриваемое распределение является нормальным; по первой теме – несмещенным, по второй – смещенным в пользу Правой партии. Общая численность социума полагается равной единице.

Идея численных экспериментов состояла в том, чтобы определить оптимальную (в целых числах) стратегию Правой партии при условии заданной интенсивности ее медийного ресурса. Именно, в предположении

$$b_{1R} + b_{2R} = 6$$

требуется определить целочисленные значения b_{1R}, b_{2R} так, чтобы максимизировать количество сторонников Правой партии R на конец противоборства (при достаточно больших значениях времени). Численный расчет проводился до момента $t=10$. Результаты представлены в Табл. 1 и на рисунках

Таблица 1. Конечные численности сторон и доля первой темы в повестке

Стратегия $b_{1R} + b_{2R}$	Значения переменных при $t=10$
0+6	$R=0.927, L=0.071, g=0.258$
1+5	$R=0.812, L=0.186, g=0.353$
2+4	$R=0.700, L=0.298, g=0.443$

Стратегия $b_{1R} + b_{2R}$	Значения переменных при $t=10$
3+3	$R=0.653, L=0.346, g=0.539$
4+2	$R=0.705, L=0.293, g=0.636$
5+1	$R=0.825, L=0.175, g=0.734$
6+0	$R=0.930, L=0.070, g=0.828$

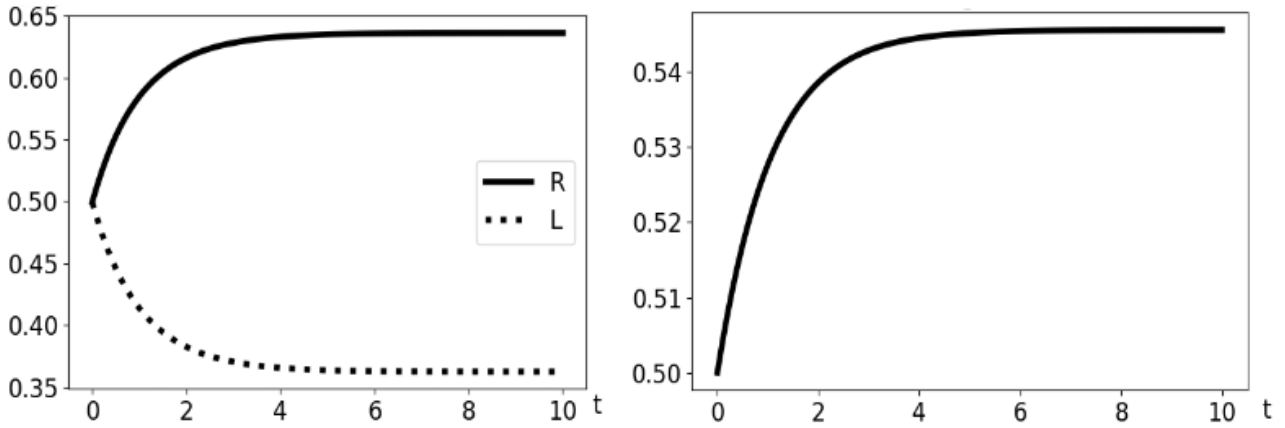


Рис. 1. Результаты расчета для стратегии $b_{1R} + b_{2R} = 3 + 3$: численности сторонников партий $R(t)$, $L(t)$ и доля первой темы в информационной повестке дня $g(t)$

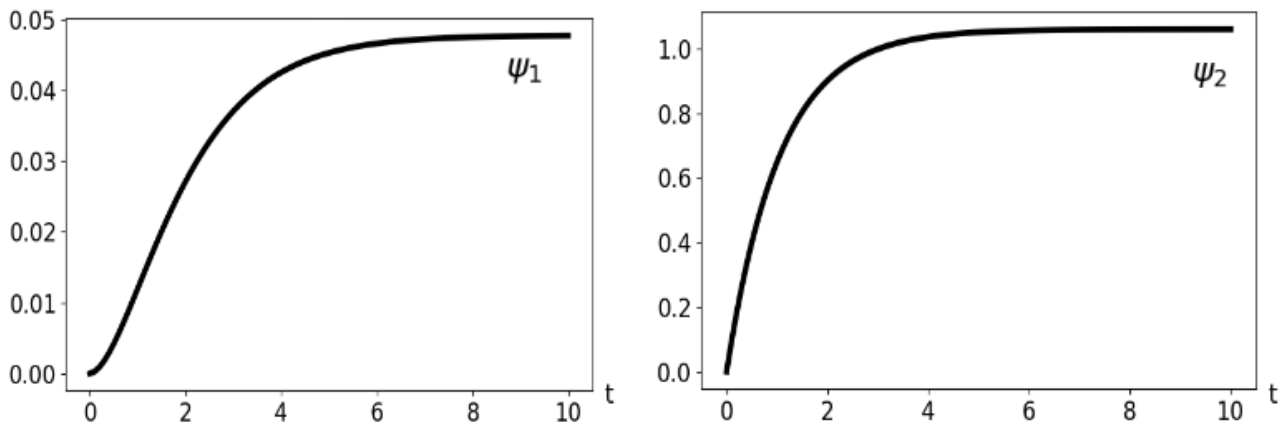


Рис. 2. Результаты расчета для стратегии $b_{1R} + b_{2R} = 3 + 3$: функции $\psi_1(t)$, $\psi_2(t)$

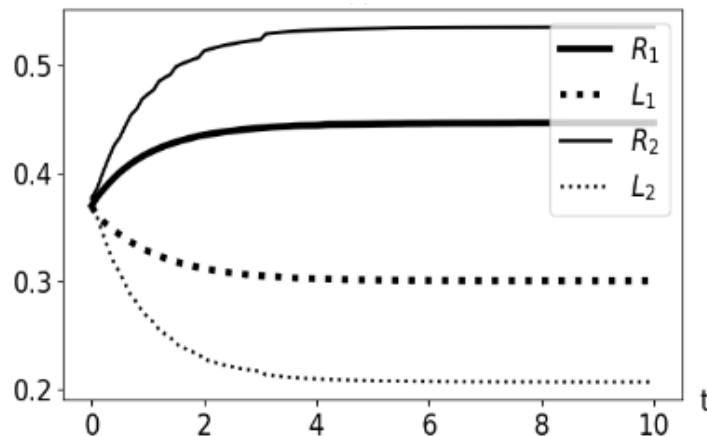


Рис. 3. Результаты расчета для стратегии $b_{1R} + b_{2R} = 3 + 3$: численности индивидов, агитирующих за каждую из партий по каждой из тем

Результаты, сведенные в Табл. 1, показывают, что исход противоборства существенно зависит от стратегии, выбранной Правой партией. Наиболее успешным являются стратегии типа «все яйца в одну корзину». Так, если весь ресурс своего медийного вещания партия направляет на одну из тем, то ее сторонниками становятся в итоге примерно 93% всего социума (напомним, что параметры расчета таковы, что суммарный ресурс Правой партии превышает ресурс Левой партии). Если же Правая партия делит свой ресурс равномерно ($b_{1R} + b_{2R} = 3 + 3$), то лишь 63%. На качественном уровне, этот результат соответствует результату, полученному в [10] для более простой модели.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 20-01-00229 “Моделирование информационного противоборства с учётом социально-психологических положений о процессе коммуникации”).

Литература

1. Daley D.J., Kendall D.G. Stochastic rumors // Journal of the Institute of Mathematics and its Applications, vol. 1, pp. 42–55, 1964.
2. Maki D. P., Thompson M. Mathematical Models and Applications, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, USA, 1973.
3. Chen G., Shen H., Ye T., Chen G., Kerr N. A kinetic model for the spread of rumor in emergencies. Discrete dynamics in nature and society, vol. 2013.
4. Osei G. K., Thompson J. W. “The supersession of one rumour by another // J. of Applied Probability, vol. 14, no. 01, pp. 127–134, 1977.
5. Михайлов А.П., А.П., Маревцева Н.А. Модели информационной борьбы // Мат. моделирование. Т. 23. №10. С 19-32. 2011.
6. Kozitsin, I. V., Chkhartishvili, A. G., Marchenko, A. M., Norkin, D. O., Osipov, S. D., Uteshev, I. A., GoikoV.L., PalkinR.V., Myagkov, M. G. (2020). Modeling Political Preferences of Russian Users Exemplified by the Social Network Vkontakte // Mathematical Models and Computer Simulations, 12, 2020. P. 185-194.
7. Chkhartishvili, A.G., Gubanov, D.A. and Novikov, D.A., 2018. Social Networks: Models of Information Influence, Control and Confrontation (Vol. 189). Springer.
8. Boldyreva, A., Sobolevskiy, O., Alexandrov, M., Danilova, V. (2016): Creating collections of descriptors of events and processes based on Internet queries, In: Proc. of 14-th Mexican Intern. Conf. on Artif. Intell. (MICAI-2016), Springer Cham, LNAI, vol. 10061 (chapter 26), pp. 303-314.
9. Petrov A., Proncheva O. (2018) Modeling Propaganda Battle: Decision-Making, Homophily, and Echo Chambers // Artificial Intelligence and Natural Language. AINL 2018. Communications in Computer and Information Science, vol 930. Springer. P. 197-209.
10. Петров А.П., Прончева О.Г. Моделирование выбора позиций индивидами при информационном противоборстве с двухкомпонентной повесткой // Матем. моделирование, 31:7 (2019), 91–108.