



ИПМ им.М.В.Келдыша РАН • Электронная библиотека

Препринты ИПМ • Препринт № 75 за 2016 г.



ISSN 2071-2898 (Print)
ISSN 2071-2901 (Online)

Прончева О.Г.

О влиянии степени
поляризации общества на
исход информационного
противоборства

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Прончева О.Г. О влиянии степени поляризации общества на исход информационного противоборства // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2016. № 75. 29 с. doi:[10.20948/prepr-2016-75](https://doi.org/10.20948/prepr-2016-75)
URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2016-75>

**Ордена Ленина
ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ
имени М.В.Келдыша
Российской академии наук**

О.Г.Прончева

**О влиянии
степени поляризации общества
на исход информационного
противоборства**

Москва — 2016

Прончева О.Г.

О влиянии степени поляризации общества на исход информационного противоборства

Рассматривается модель выбора позиций индивидами при информационном противоборстве в социуме. На ее основе изучается вопрос о влиянии степени поляризации общества на исход противоборства. Для этого рассмотрен случай распределения индивидов, соответствующего обществу, состоящему из двух групп, придерживающихся противоположных установок по некоторому вопросу. Модель исследована аналитически и численно. Результатам анализа дана содержательная трактовка.

Ключевые слова: математическое моделирование, информационное противоборство, нейрологическая схема Рашевского.

Olga Gennadevna Proncheva

Effect of Social Polarization on the Outcome of Information Warfare

A model of making choices by individuals during information warfare in a society is considered. We focus on how the extent of social polarization affects the outcome of the warfare. For this purpose a society comprising two groups with diametrically opposite attitudes towards a certain problem is considered. The model is studied analytically and numerically. Some sociological interpretation is given for the results of the mathematical analysis.

Key words: mathematical modeling, information warfare, Rashevsky's neurological scheme.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 16-01-0100306, и Российского гуманитарного научного фонда, проект 15-03-00435.

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 математиков. Целью последних, в самых общих чертах, является исследование данных процессов на основе методов математического моделирования [4-7].

В работах [8,9] была предложена базовая модель распространения информации в обществе. Модель имеет следующие предпосылки. Социум численности N предполагается однородным, и распространение информации в нем происходит через СМИ и путем межличностной коммуникации. Модель имеет вид

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

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.

Развитие базовой модели (1) происходило по некоторым направлениям – в частности, в работах [10,11] изучалась задача оптимального управления, в качестве управляющего параметра в которой принималась величина α . В статье [12] были формализованы и введены в модель такие факторы, как

- (а) неполный охват социума средствами массовой информации,
- (б) усвоение информации индивидами лишь после неоднократного получения (соответственно, помимо адептов и неохваченных информацией, в модель вводится группа предадептов, т.е. индивидов, получивших ее только один раз),
- (в) забывание информации индивидами.

Модель, учитывающая все три вышеперечисленных фактора, имеет вид задачи Коши для системы четырёх дифференциальных уравнений.

Модель информационного противоборства, построенная на основе модели (1), предполагает, что в социуме присутствуют два источника информации. Они являются антагонистическими в том плане, что индивид, ставший адептом одной «партии», становится в то же время невосприимчив к информации другой «партии». Базовая модель информационного противоборства [13,14] имеет вид

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

Здесь X, Y – численности адептов первой и второй «партий», нижние индексы $i=1,2$ у параметров α_i, β_i соответствуют номерам этих «партий». Модель информационного противоборства, учитывающая указанные выше факторы (а), (б), (в), построена и изучена в работах [15,16]. Модель имеет вид задачи Коши для системы восьми дифференциальных уравнений.

Среди других направлений в рамках данной тематики можно выделить следующие.

Ранние модели распространения информации путем межличностной коммуникации предложены в [17,18]. В них, в частности, предполагается, что имеется группа индивидов (молчуны), которые знакомы с информацией, но не передают ее другим. В работе [19], развивающей модель из [17], вводится также группа латентных носителей информации, которые не распространяют ее как адепты, хотя могут поделиться ею в поисках подтверждения достоверности (при этом индивид, с которым они поделились, не переходит в адепты). Другое направление развития работы [17] представлено в [20]. Здесь предполагается, что группы адептов информации и молчунов неоднородны и они разбиваются на несколько подгрупп. Данная модель использовалась для анализа запросов в Google Trend.

В статье [21] построена модель распространения информации, акцентированная на механизме «узнал на работе – рассказал в семье, узнал в семье – рассказал на работе». Изучению процессов распространения информации и информационного противоборства в социальных сетях посвящен ряд работ, в частности, [22,23].

Теоретические модели распространения информации и информационного противоборства пока не очень тесно увязаны с эмпирическими данными. Основная причина заключается, видимо, в том, что социологические исследования позволяют получить реальные данные об осведомленности индивидов относительно некоторой информации лишь для нескольких моментов времени, чего недостаточно для полноценной квантификации модели. Тем не менее имеются определенные эмпирические данные для качественного обоснования моделей. Так, в работе [24], посвященной исследованию влияния СМИ на геноцид в Руанде в ходе межэтнических столкновений в 1994 году, было показано, что наиболее интенсивные этнические чистки происходили в деревнях, принимавших радиостанцию RTLM, пропагандирующую насилие, а также в соседних с ними. Отсюда был сделан вывод о наличии двух механизмов передачи информации: через радиостанцию и при межличностном общении жителей соседних деревень. Некоторые другие социологические аспекты распространения информации обсуждаются в [2,25].

Наконец, отметим, что модели указанного типа применяются не только для изучения распространения информации как таковой, но также, например, при моделировании распространения массовых инновационных продуктов [26-28]. Еще один пример того, как модель того же типа удалось насытить

эмпирическими данными, дает работа [29], посвященная моделированию динамики аплодисментов в аудитории.

В настоящей работе развивается подход, акцентированный на другом аспекте информационного противоборства – именно, на выборе позиций индивидами при противоборстве. В его основе лежит предложенная в [30] модель, построенная на базе нейрологической схемы Рашевского [31,32].

1. Описание модели

В модели выбора позиций индивидами при информационном противоборстве в социуме [30] предполагается, что в обществе идёт информационная борьба двух источников информации. Индивид, принадлежащий этому обществу, в каждый момент времени стоит перед выбором, информацию от какого источника ему предпочесть. На его выбор влияет пропаганда через СМИ, а также наблюдаемые действия других членов общества.

Модель имеет вид интегро-дифференциального уравнения:

$$\frac{d\psi}{dt} = A\alpha \left[C \left(2 \int_{-\psi(t)}^{\infty} N(\varphi) d\varphi - N_0 \right) + b_1 - b_2 \right] - a\psi, \quad (3)$$

с начальным условием, задаваемым в виде

$$X(0) = \int_{-\psi(0)}^{\infty} N(\varphi) d\varphi. \quad (4)$$

Здесь

- численности $X(t) \geq 0, Y(t) \geq 0$ индивидов, поддерживающих первый и второй источники соответственно, даются формулами $X(t) = \int_{-\psi(t)}^{\infty} N(\varphi) d\varphi,$

$$Y(t) = \int_{-\infty}^{-\psi(t)} N(\varphi) d\varphi;$$

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

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

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

- $N_0 > 0$ – численность социума;

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

- $\alpha > 0$ – коэффициент пропорциональности между подаваемым стимулом и возбуждением, генерирующемся в элементе;

- $A > 0$ – коэффициент пропорциональности между возбуждением элемента и скоростью роста генерирующегося возбуждения;

- $C > 0$ – коэффициент, характеризующий степень восприимчивости индивида к сигналам, подаваемым обществом.

В настоящей статье будет рассматриваться распределение, имеющее следующий вид:

$$N(\varphi) = \begin{cases} 0, & \varphi < -d - h \\ \frac{N_0}{4h}, & -d - h \leq \varphi \leq -d + h \\ 0, & -d + h < \varphi < d - h \\ \frac{N_0}{4h}, & d - h \leq \varphi \leq d + h \\ 0, & \varphi > d + h \end{cases} \quad (5)$$

Здесь $d > h > 0$. Содержательный смысл такого вида распределения следующий. Предполагается, что общество состоит из двух групп, каждая из которых имеет склонность к поддержке "своего" источника информации. Параметр d характеризует степень поляризации общества, то есть насколько радикально настроена каждая группа. Параметр h характеризует степень разрозненности каждой группы, то есть насколько одинаково члены этой группы склонны к поддержке выбранного источника информации в отсутствие других факторов.

На рис. 1 изображён график функции $N(\varphi)$.

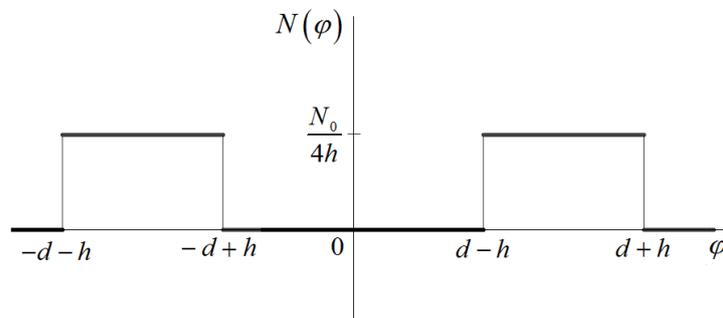


Рис. 1. График функции $N(\varphi)$

Обозначим $f(\psi) = A\alpha \left[C \left(2 \int_{-\psi(t)}^{\infty} N(\varphi) d\varphi - N_0 \right) + b_1 - b_2 \right]$. Чтобы найти

стационарные решения уравнения (1), рассмотрим все возможные способы пересечения графиков функций

$$f(\psi) = \begin{cases} A\alpha[-N_0C + b_1 - b_2], & \psi \leq -d - h \\ A\alpha \left[\frac{CN_0}{2h} (\psi + (d - h)) + b_1 - b_2 \right], & -d - h < \psi \leq -d + h \\ A\alpha(b_1 - b_2), & -d + h < \psi \leq d - h \\ A\alpha \left[\frac{N_0C}{2h} (\psi + (h - d)) + b_1 - b_2 \right], & d - h < \psi \leq d + h \\ A\alpha[CN_0 + b_1 - b_2], & \psi > d + h \end{cases} \quad (6)$$

и $a\psi$.

Введём обозначения $P = \frac{A\alpha(b_1 - b_2)}{a}$, $Q = \frac{A\alpha CN_0}{a}$. Взаимная

конфигурация прямой $a\psi$ и ломаной $f(\psi)$ зависит от соотношения между четырьмя числами: $P+h$, $Q-P-h$, $Q+P-h$ и d . Соотношения между первыми тремя числами могут быть упорядочены в соответствии со значением параметра h следующим образом:

Случай 1) $h < \frac{Q}{2} - P$, тогда $P+h < Q-P-h < Q+P-h$,

Случай 2) $h = \frac{Q}{2} - P$, тогда $P+h = Q-P-h < Q+P-h$,

Случай 3) $\frac{Q}{2} - P < h < \frac{Q}{2} - \frac{P}{2}$, тогда $Q-P-h < P+h < Q+P-h$,

Случай 4) $\frac{Q}{2} - \frac{P}{2} \leq h < \frac{Q}{2}$, тогда $Q-P-h < P+h < Q+P-h$,

Случай 5) $h = \frac{Q}{2}$, тогда $Q-P-h < P+h = Q+P-h$

Случай 6) $\frac{Q}{2} < h < \frac{Q}{2} + \frac{P}{2}$, тогда $Q-P-h < Q+P-h < P+h$,

Случай 7) $h \geq \frac{Q}{2} + \frac{P}{2}$, тогда $Q-P-h < Q+P-h < P+h$.

Для каждого из перечисленных случаев рассматриваются различные подслучаи в порядке, соответствующем возрастанию поляризации общества d . При этом учитывается (см. замечание после формулы (5)), что $d > h$.

В зависимости от значений параметров возможно от 1 до 5 положений равновесия, для которых введём следующие обозначения: $\psi^1 = P+Q > 0$,

$$\psi^2 = \frac{Q(-d-h)+2hP}{2h-Q} > 0, \quad \psi^3 = P > 0, \quad \psi^4 = \frac{Q(d-h)+2hP}{2h-Q} < 0, \quad \psi^5 = -Q+P < 0.$$

Достижение при $t \rightarrow \infty$ положения равновесия ψ^1 возможно только при таких значениях параметров, при которых $\psi^1 > d+h$, тогда, если при соответствующих начальных условиях достигается это положение равновесия,

$$\text{то } \lim_{t \rightarrow \infty} X(t) = \int_{-\psi^1}^{\infty} N(\varphi) d\varphi = \int_{-\infty}^{\infty} N(\varphi) d\varphi = N_0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = \int_{-\infty}^{-\psi^1} N(\varphi) d\varphi = 0, \quad \text{что}$$

означает полную победу первого источника (его поддерживают все индивиды). Достижение ψ^2 возможно только при таких значениях параметров, при которых

$$d-h < \psi^2 < d+h, \quad \text{поэтому}$$

$$\frac{N_0}{2} = \int_{-d+h}^{\infty} N(\varphi) d\varphi < \lim_{t \rightarrow \infty} X(t) = \int_{-\psi^2}^{\infty} N(\varphi) d\varphi < \int_{-d-h}^{\infty} N(\varphi) d\varphi = N_0,$$

$0 < \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) < \frac{N_0}{2}$, что означает неполную победу первого источника (число его сторонников больше, чем число сторонников второго источника, однако первый источник поддерживают не все индивиды). Достижение ψ^3 возможно при таких значениях параметров, при которых $0 < \psi^3 < d-h$, поэтому

$$\lim_{t \rightarrow \infty} X(t) = \int_{-\psi^3}^{\infty} N(\varphi) d\varphi = \int_0^{\infty} N(\varphi) d\varphi = \frac{N_0}{2}, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = \frac{N_0}{2}, \quad \text{что означает ничью,}$$

достижение ψ^5 возможно при таких параметрах, при которых $\psi^5 < -d-h$, при

$$\text{этом } \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = \int_{-\infty}^{-\psi^5} N(\varphi) d\varphi = \int_{-\infty}^{+\infty} N(\varphi) d\varphi = N_0, \quad \lim_{t \rightarrow \infty} X(t) = 0, \quad \text{что означает}$$

полную победу второго источника. В случае когда ψ^2 и ψ^3 совпадают, первый источник одерживает полную победу.

2. Анализ стационарных решений

2.1. Случай 1

В этом случае $h < \frac{Q}{2} - P$, т.е. $P+h < Q-P-h < Q+P-h$. Рассмотрим последовательно следующие области значений параметра d : $h < d < P+h$, $d = P+h$, $P+h < d < Q-P-h$, $d = Q-P-h$, $Q-P-h < d < Q+P-h$, $d = Q+P-h$, $d > Q+P-h$.

1.1. Если $h < d < P+h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют три пересечения (рис. 2):

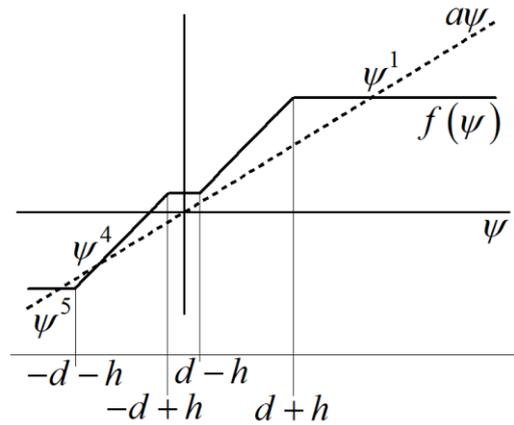


Рис. 2. Случай 1.1

Таким образом, система (3), (4) имеет три стационарных состояния, два из которых (ψ^1 и ψ^5) устойчивые. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) < \psi^4$, то достигается положение равновесия ψ^5 ; если $\psi(0) > \psi^4$, то достигается положение равновесия ψ^1 .

1.2. Если $d = P + h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют четыре пересечения (рис. 3):

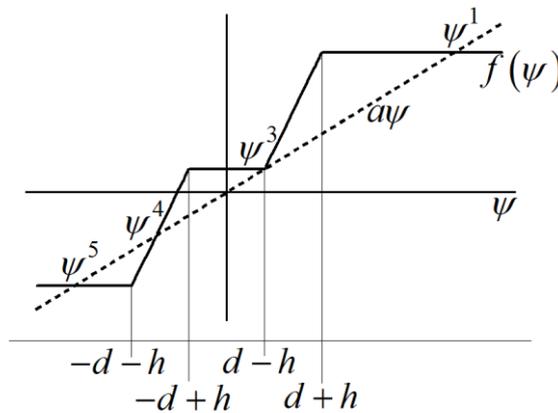


Рис. 3. Случай 1.2

Таким образом, система (3), (4) имеет четыре стационарных состояния. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) > \psi^3$, то достигается положение равновесия ψ^1 ; если $\psi^4 < \psi(0) \leq \psi^3$, то достигается положение равновесия ψ^3 ; если $\psi(0) < \psi^4$, то достигается положение равновесия ψ^5 .

1.3. Если $P + h < d < Q - P - h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют пять пересечений (рис. 4):

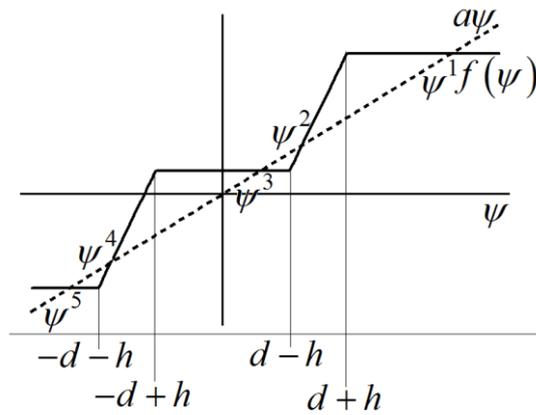


Рис. 4. Случай 1.3

Таким образом, система (3), (4) имеет пять стационарных состояний. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) > \psi^2$, то достигается положение равновесия ψ^1 ; если $\psi^4 < \psi(0) < \psi^2$, то достигается положение равновесия ψ^3 ; если $\psi(0) < \psi^4$, то достигается положение равновесия ψ^5 .

Ниже будет найдено нестационарное решение для этого случая.

1.4. Если $d = Q - P - h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют четыре пересечения (рис. 5):

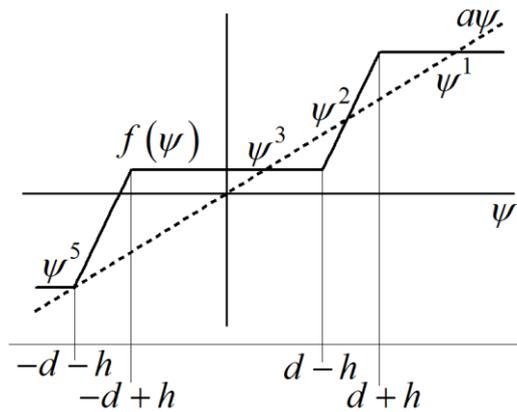


Рис. 5. Случай 1.4

Таким образом, система (3), (4) имеет четыре стационарных состояния. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) > \psi^2$, то достигается положение равновесия ψ^1 ; если $\psi^5 < \psi(0) < \psi^2$, то достигается положение равновесия ψ^3 ; если $\psi(0) \leq \psi^5$, то достигается положение равновесия ψ^5 .

1.5. Если $Q - P - h < d < Q + P - h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют три пересечения (рис. 6):

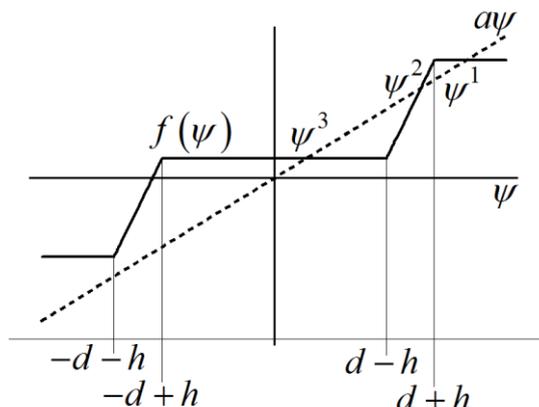


Рис. 6. Случай 1.5

Таким образом, система (3), (4) имеет три стационарных состояния. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) > \psi^2$, то достигается положение равновесия ψ^1 ; если $\psi(0) < \psi^2$, то достигается положение равновесия ψ^3 .

1.6. Если $d = Q + P - h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют два пересечения (рис. 7):

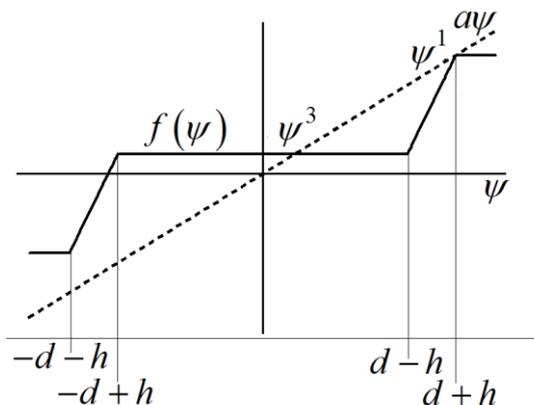


Рис. 7. Случай 1.6

Таким образом, система (3), (4) имеет два стационарных состояния. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) > \psi^1$, то достигается положение равновесия ψ^1 ; если $\psi(0) < \psi^1$, то достигается положение равновесия ψ^3 .

1.7. Если $d > Q + P - h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют одно пересечение (рис. 8):

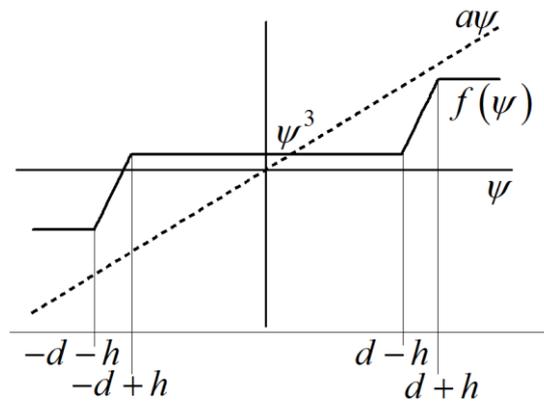


Рис. 8. Случай 1.7

Таким образом, система (3), (4) имеет одно стационарное состояние ψ^3 , которое достигается при любом начальном условии.

В заключение раздела приведём иллюстрацию зависимости исхода информационной борьбы от начального условия и степени поляризации (рис. 9).

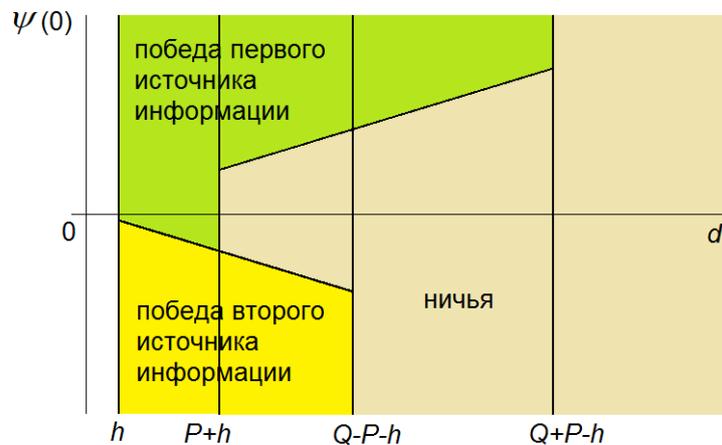


Рис. 9. Зависимость исхода информационного противоборства от начального условия и степени поляризации

Легко видеть, что при достаточно большой поляризации общества преимущество в пропаганде становится несущественным, то есть источник с более сильной пропагандой не сможет одержать победу ни при каком начальном условии. Кроме того, при слабой поляризации есть такие начальные условия, при которых победу одерживает источник с более слабой пропагандой.

2.2. Случай 2

В этом случае $h = \frac{Q}{2} - P$, то есть $P+h = Q-P-h < Q+P-h$. Рассмотрим последовательно следующие области значений параметра d : $d < Q-P-h$, $d = Q-P-h$, $Q-P-h < d < Q+P-h$, $d = Q+P-h$, $d > Q+P-h$.

2.1. Если $d < Q-P-h$, то см. случай 1.1.

2.2. Если $d = Q-P-h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют два пересечения (рис. 10):

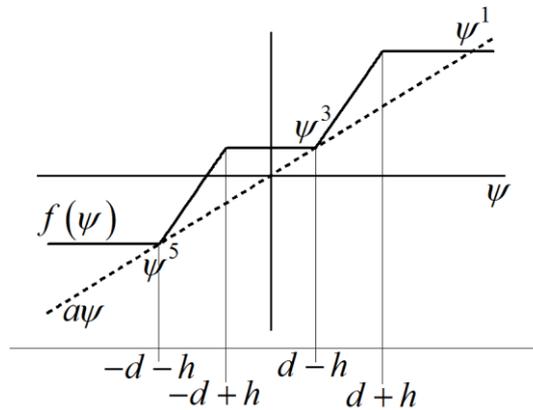


Рис. 10. Случай 2.2

Таким образом, система (3), (4) имеет три стационарных состояния. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) > \psi^3$, то достигается положение равновесия ψ^1 , если $\psi^5 < \psi(0) \leq \psi^3$, то достигается положение равновесия ψ^3 , если $\psi(0) \leq \psi^5$, то достигается положение равновесия ψ^5 .

2.3. Если $Q-P-h < d < Q+P-h$, то см. случай 1.5.

2.4. Если $d = Q+P-h$, то см. случай 1.6.

2.5. Если $d > Q+P-h$, то см. случай 1.7.

2.3. Случай 3

В этом случае $\frac{Q}{2} - \frac{P}{2} \leq h < \frac{Q}{2}$, тогда $h < Q-P-h < P+h < Q+P-h$.

Рассмотрим последовательно следующие области значений параметра d : $h < d < Q-P-h$, $d = Q-P-h$, $Q-P-h < d < P+h$, $d = P+h$, $P+h < d < Q+P-h$, $d = Q+P-h$, $d > Q+P-h$.

3.1. Если $h < d < Q-P-h$, то см. случай 2.1.

3.2. Если $d = Q-P-h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют два пересечения (рис. 11):

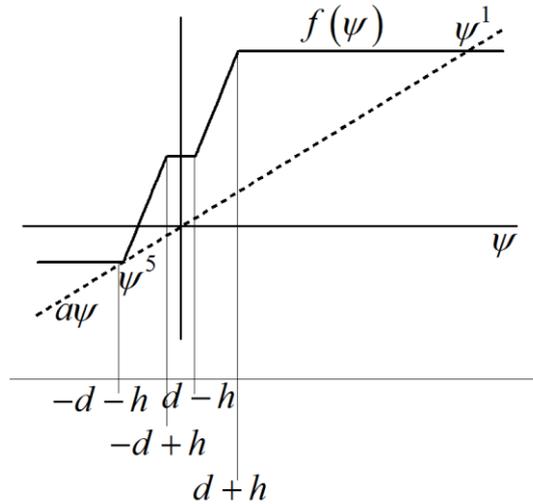


Рис. 11. Случай 3.2

Таким образом, система (3), (4) имеет два стационарных состояния. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) > \psi^5$, то достигается положение равновесия ψ^1 ; если $\psi(0) < \psi^5$, то достигается положение равновесия ψ^5 .

3.3. Если $Q - P - h < d < P + h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют одно пересечение (рис. 12):

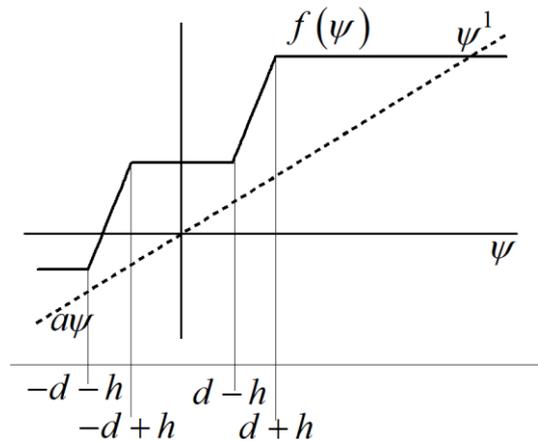


Рис. 12. Случай 3.3

Положение равновесия достигается при любом начальном условии.

3.4. Если $d = P + h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют два пересечения (рис. 13):

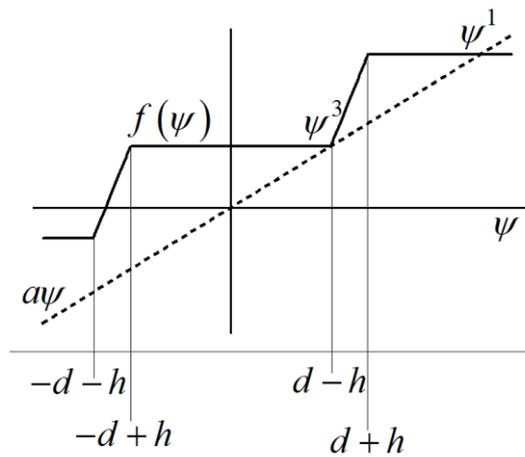


Рис. 13. Случай 3.4

Таким образом, система (3), (4) имеет два стационарных состояния. Достижимое положение равновесия зависит от начального условия: если $\psi(0) > \psi^3$, то достигается положение равновесия ψ^1 ; если $\psi(0) < \psi^3$, то достигается положение равновесия ψ^3 .

3.5. Если $P+h < d < Q+P-h$, то см. 1.5.

3.6. Если $d = Q+P-h$, то см. 1.6.

3.7. Если $d > Q+P-h$, то см. 1.7.

В заключение раздела приведём иллюстрацию зависимости исхода информационной борьбы от начального условия и степени поляризации (рис. 14).

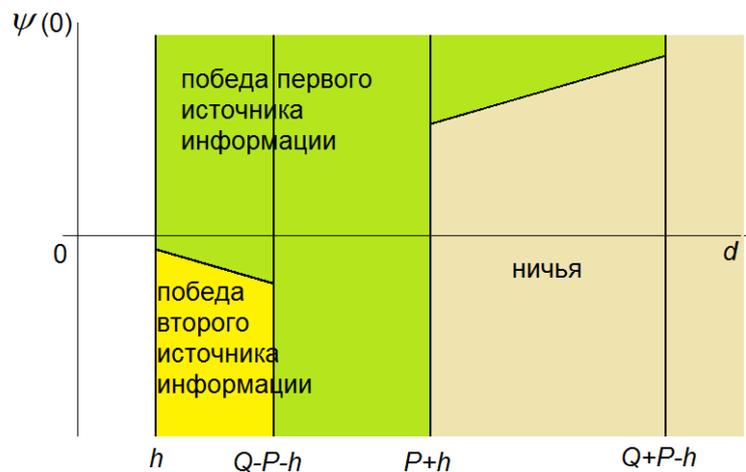


Рис. 14. Зависимость исхода информационного противоборства от начального условия и степени поляризации

В этом случае при достаточно малой степени поляризации возможна победа источника информации с более слабой пропагандой. Кроме того, при определённой поляризации победу гарантированной одерживает источник

информации с более сильной пропагандой. И, как и в случае 1, при сильной поляризации общества преимущество в пропаганде несущественно.

2.4. Случай 4

В этом случае $\frac{Q}{2} - \frac{P}{2} \leq h < \frac{Q}{2}$, то есть $Q - P - h \leq h < P + h < Q + P - h$. Тогда возможны случаи 3.3–3.7.

2.5. Случай 5

В этом случае $h = \frac{Q}{2}$, то есть $P - Q - h < h < P + h = P + Q - h$.

5.1. Если $Q - P - h < d < Q + P - h$, то см. случай 3.3.

5.2. Если $d = Q + P - h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ совпадают на отрезке $[d - h; d + h]$ (см. рис. 14), то есть весь этот отрезок состоит из положений равновесия. Если $\psi(0) \leq d - h$, то достигается положение равновесия $d - h$. В этом случае $\lim_{t \rightarrow \infty} X(t) = \lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = \frac{N_0}{2}$, то есть будет ничья. Если $\psi(0) \geq d + h$, то достигается положение равновесия $d + h$. В этом случае $\lim_{t \rightarrow \infty} X(t) = N_0$, $\lim_{t \rightarrow \infty} Y(t) = 0$, что означает победу первого источника. При всех остальных начальных условиях значения переменных меняться не будут, при этом победу одерживает первый источник (однако он охватывает не всех членов социума).

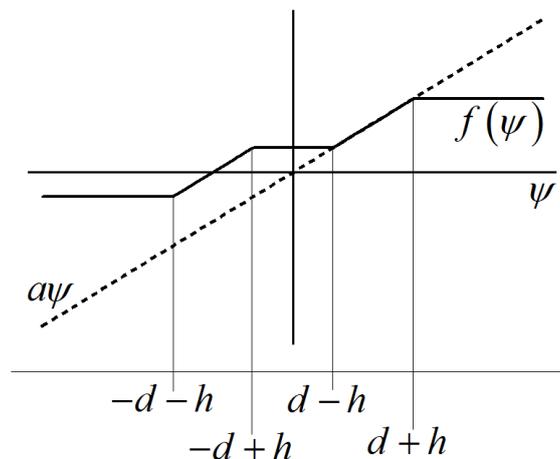


Рис. 14. Случай 5.2

5.3. Если $d > P + Q - h$, то см. случай 1.7.

2.6. Случай 6

В этом случае $\frac{Q}{2} < h < \frac{Q}{2} + \frac{P}{2}$, то есть $Q - P - h < Q + P - h < P + h$.

6.1. Если $h < d \leq P + Q - h$, то см. случай 3.3.

6.2. Если $Q + P - h < d \leq P + h$, то графики функций $f(\psi)$ и $a\psi$ имеют одно пересечение (рис. 15):

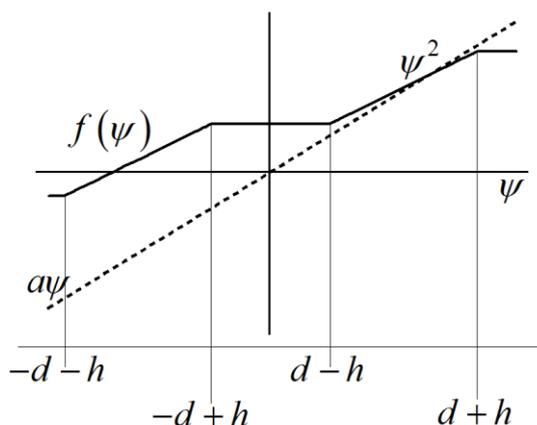


Рис. 15. Случай 6.2

Положение равновесия ψ^2 достигается при любом начальном условии.

6.3. Если $d > P + h$, то см. случай 3.7.

В заключение раздела приведём иллюстрацию зависимости исхода информационной борьбы от начального условия и степени поляризации (рис. 14).



Рис. 16. Зависимость исхода информационного противоборства от начального условия и степени поляризации

Как и в рассмотренных ранее случаях, при сильной поляризации преимущество в пропаганде будет несущественным. Кроме того, в этом случае невозможна победа источника с более слабой пропагандой.

2.7. Случай 7

В этом случае $h \geq \frac{Q}{2} + \frac{P}{2}$, т.е. $Q - P - h < Q + P - h \leq h < P + h$. Тогда возможны случаи 6.2 и 6.3.

3. Нестационарное решение для случая 1.3

Настоящий раздел посвящен поиску нестационарного решения системы (3), (4) при значениях параметров, описанных в случае 1.3.

Ниже представлен график решения системы (3), (4), полученный численными методами, при различных начальных условиях (рис. 17). Найдём аналитическое решение в случае, когда начальное условие удовлетворяет неравенству $\psi^2 < \psi(0) < d + h$.

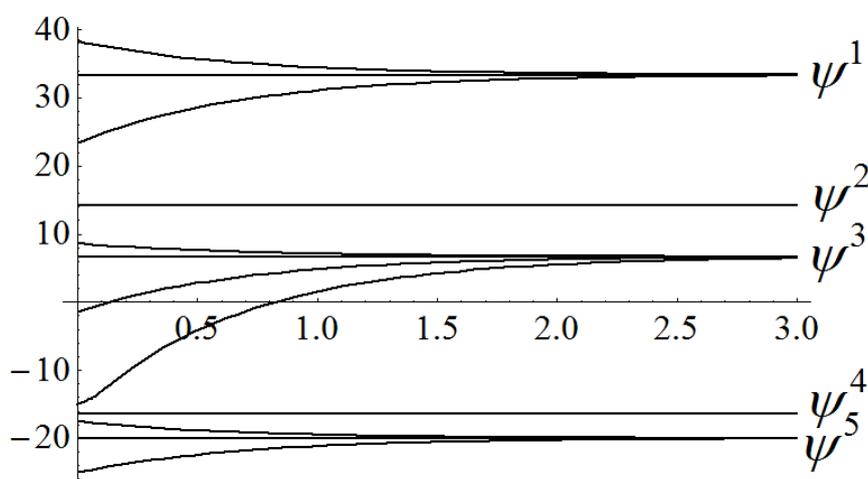


Рис. 17. Графики численного решения уравнения (3) при различных начальных условиях и следующих параметрах: $a=1.5$, $\alpha=1$, $A=2$, $N_0=40$, $C=0.5$, $b_1=30$, $b_2=25$, $h=2$, $d=15$

На начальном этапе (при $\psi(t) \leq d + h$) решение удовлетворяет уравнению

$$\frac{d\psi}{dt} = a \left[\frac{Q}{2h} (\psi + (h-d)) + P - \psi \right]. \quad (7)$$

Решая его, находим

$$\psi(t) = \left[\psi(0) - \frac{Q(h-d) + 2hP}{Q-2h} \right] e^{\left(\frac{Q}{2h}-1\right)at} + \frac{Q(h-d) + 2hP}{Q-2h}. \quad (8)$$

Проанализируем знаки всех коэффициентов решения. Коэффициент перед экспонентой положителен, действительно:

$$\begin{aligned} \psi(0) - \frac{Q(h-d) + 2hP}{Q-2h} &> \frac{Q(d-h) + 2hP}{2h-Q} - \frac{Q(h-d) + 2hP}{Q-2h} = \\ &= 2 \frac{Q(d-h) + 2hP}{2h-Q} > 0. \end{aligned} \quad (9)$$

Так как $P+h < Q-P-h$, то $0 < 2P < Q-2h$, и тогда $a\left(\frac{Q}{2h}-1\right) > 0$. Значит, показатель экспоненты – положительное число. Как уже было показано выше, коэффициент перед экспонентой – положительное число, т.е. функция (8) неограниченно возрастает и в момент

$$\begin{aligned} t_{cr} &= \frac{1}{a\left(\frac{Q}{2h}-1\right)} \ln \frac{d+h - \frac{Q(h-d) + 2hP}{Q-2h}}{\psi(0) - \frac{Q(h-d) + 2hP}{Q-2h}} = \\ &= \frac{2h}{a(Q-2h)} \ln \frac{2a(Qd - had - h^2a - hP)}{\psi(0)a(Q-2hP) - a(Q(h-d) + 2hP)} \end{aligned} \quad (10)$$

пересекает прямую $\psi = d+h$. После этого момента решение (3) удовлетворяет уравнению

$$\frac{d\psi}{dt} = a(Q+P-\psi). \quad (11)$$

Решение уравнения (11) с начальным условием $\psi(t_{cr}) = d+h$ имеет вид:

$$\psi(t) = [d+h - (Q+P)]e^{t_{cr}}e^{-at} + Q+P. \quad (12)$$

Так как

$$d+h-Q+P < Q-P-h+h-Q+P = -2P < 0, \quad (13)$$

то коэффициент перед экспонентой – отрицательное число, показатель экспоненты – отрицательное число и при $t \rightarrow \infty$ функция (12) монотонно возрастает и стремится к $Q+P-0$. Таким образом, при $\psi^2 < \psi(0) < d+h$ решение уравнения (3) имеет вид:

$$\psi(t) = \begin{cases} \left[\psi(0) - \frac{Q(h-d) + 2hP}{Q-2h} \right] e^{\left(\frac{Q}{2h}-1\right)at} + \frac{Q(h-d) + 2hP}{Q-2h}, & t \leq t_{cr} \\ [d+h - (Q+P)]e^{t_{cr}}e^{-at} + Q+P, & t > t_{cr} \end{cases}. \quad (14)$$

4. Случай медленно поляризующегося социума

Рассмотрим случай, когда поляризация общества линейно увеличивается с течением времени. Такие процессы связаны с фундаментальными изменениями в структуре социума, поэтому они являются достаточно медленными (по сравнению с процессами информационного противоборства по конкретным вопросам). В связи с этим положим скорость увеличения поляризации малой:

$$d(t) = d_0 + \varepsilon t, \quad (15)$$

где $\varepsilon \ll 1$.

Численные эксперименты показывают, что решения задачи (3),(4) имеют внутренний переходный слой (рис.18). Такие решения называются контрастными структурами (см., напр., [33-35]).

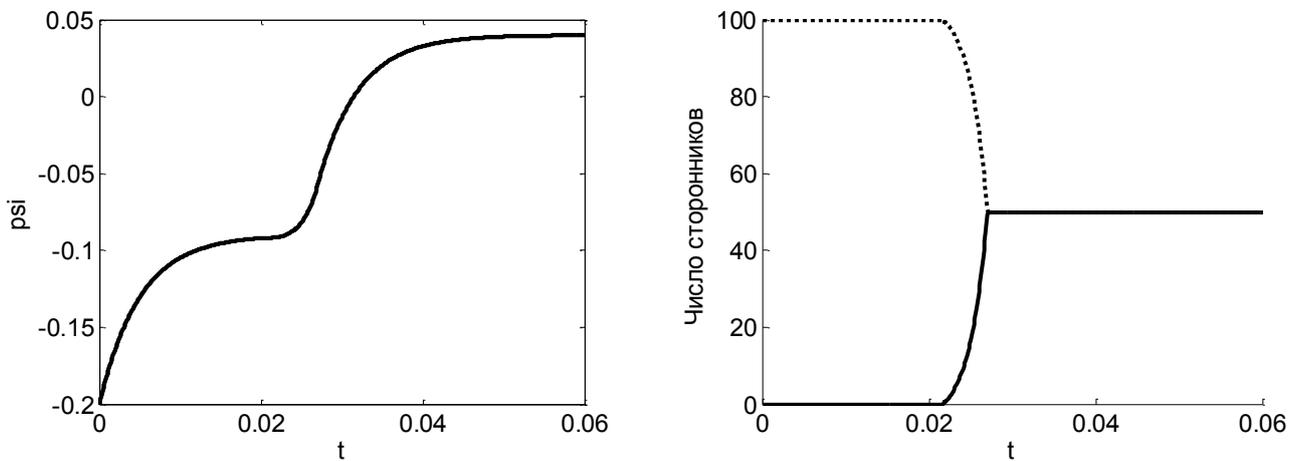


Рис. 18. Слева: численное решение уравнения (3) при следующих параметрах: $a=200$, $\alpha=1$, $A=4$, $N_0=100$, $C=0.065$, $b_1=3$, $b_2=1$, $h=0.02$, $d=0.05$, $\varepsilon=1$. Справа: число сторонников первого источника информации (пунктирная линия) и второго источника (сплошная линия) при тех же параметрах.

Целью настоящего раздела является построение асимптотики решений такого типа.

Сделав в (3) замену переменной $\theta = \varepsilon t$, получим

$$\varepsilon \frac{d\psi}{d\theta} = f(\psi, \theta) - a\psi, \quad (16)$$

$$X(0) = \int_{-\psi(0)}^{\infty} N(\varphi) d\varphi. \quad (17)$$

Здесь

$$f(\psi, \theta) = \begin{cases} A\alpha[-N_0C + b_1 - b_2], & \psi \leq -d_0 - \theta - h \\ A\alpha\left[\frac{CN_0}{2h}(\psi + (d_0 + \theta - h)) + b_1 - b_2\right], & -d_0 - \theta - h < \psi \leq -d_0 - \theta + h \\ A\alpha(b_1 - b_2), & -d_0 - \theta + h < \psi \leq d_0 + \theta - h \\ A\alpha\left[\frac{N_0C}{2h}(\psi + (h - d_0 - \theta)) + b_1 - b_2\right], & d_0 + \theta - h < \psi \leq d_0 + \theta + h \\ A\alpha[CN_0 + b_1 - b_2], & \psi > d_0 + \theta + h \end{cases} \quad (18)$$

Вид решения задачи (16)-(18) зависит от того, насколько мало значение d_0 , какой из случаев 1-7 имеет место и в какой области находится начальное условие. Для определенности положим, что имеет место Случай 1,

$$h < d_0 < P + h, \quad P + h < Q - P - h < Q + P - h \quad (19)$$

(т.е. при $t > 0$ последовательно реализуются все подслучаи 1.1-1.7), а также

$$\psi(0) < -Q + P. \quad (20)$$

В соответствии с методом пограничных функций [34] асимптотика решения задачи (16)-(18) имеет вид

$$\psi(\theta, \varepsilon) = \psi_0(\theta) + \Pi_0\left(\frac{\theta}{\varepsilon}\right) + \Omega_0\left(\frac{\theta - \theta_0}{\varepsilon}\right) + \varepsilon \left[\psi_1(\theta) + \Pi_1\left(\frac{\theta}{\varepsilon}\right) + \Omega_1\left(\frac{\theta - \theta_0}{\varepsilon}\right) \right] + \dots \quad (21)$$

Здесь θ_0 – точка локализации контрастной структуры (соответствующее значение $t_0 = \theta_0 / \varepsilon$ обозначено на рис.18, $\Pi_i(\theta / \varepsilon)$ и $\Omega_i((\theta - \theta_0) / \varepsilon)$ – функции, описывающие, соответственно, пограничный слой в окрестности точки $\theta = 0$ и переходный слой в окрестности точки $\theta = \theta_0$, $\psi_i(\theta)$ – регулярные члены асимптотики ($i = 0, 1, 2, \dots$).

Ограничимся построением асимптотики нулевого порядка, после чего сравним полученный результат с решением, полученным численными методами.

Вырожденное уравнение, соответствующее (16), имеет вид

$$f(\psi, \theta) - a\psi = 0. \quad (22)$$

Как следует из анализа, проведенного в разделе 2.1, при достаточно малых θ оно имеет три корня: ψ^1 , ψ^4 , ψ^5 – причем ψ^1 и ψ^5 являются устойчивыми, а ψ^4 – неустойчивым. При выполнении условия (20) начальное условие находится в области влияния корня ψ^5 . Таким образом, $\psi_0(\theta) = \psi^5$ при $\theta < \theta_0$.

Значение θ_0 определяется прекращением существования корня ψ^5 . Это происходит при $d(t) = Q - P - h$ (см. Случай 1.4 и рис.5). Следовательно, для θ_0 имеем (см. (15))

$$\theta_0 = Q - P - h - d_0. \quad (23)$$

При $\theta > \theta_0$ и достаточно малой разности $\theta - \theta_0$, вырожденное уравнение (21) имеет три корня: ψ^1 , ψ^2 и $\psi^3 = P$ – причем ψ^1 и ψ^3 являются устойчивыми, а ψ^2 – неустойчивым. При $\theta \rightarrow \theta_0 - 0$ решение задачи (16)-(18) находится в окрестности корня ψ^5 , т.е. при $\theta \rightarrow \theta_0 + 0$ попадает в область влияния корня ψ^3 . При этом, поскольку корень ψ^3 существует и является устойчивым при всех $\theta > \theta_0$, то $\psi_0(\theta) = \psi^3$ при всех $\theta > \theta_0$.

Итак,

$$\psi_0(\theta) = \begin{cases} -Q + P, & 0 \leq \theta \leq \theta_0 \\ P, & \theta > \theta_0 \end{cases}, \quad (24)$$

где θ_0 определяется выражением (23). Таким образом, регулярная часть асимптотики в нулевом приближении построена.

Перейдем к построению пограничной функции $\Pi_0(\theta/\varepsilon)$. С учетом того, что $\theta/\varepsilon = t$, имеем из (16)-(18) с учётом (24) уравнение для $\Pi_0(t)$:

$$\begin{aligned} d\Pi_0/dt = \Phi(\Pi_0) = \\ = \begin{cases} -a\Pi_0, & \Pi_0 \leq Q - P - d_0 - h \\ a \left[\frac{Q}{2h} (-Q + P + \Pi_0 + (d_0 - h)) + Q - \Pi_0 \right], & -d_0 - h + Q - P < \Pi_0 \leq -d_0 + h + Q - P \\ -a(-Q + \Pi_0), & -d_0 + h + Q - P < \Pi_0 \leq d_0 - h + Q - P \\ a \left[\frac{Q}{2h} (-Q + P + \Pi_0 + (h - d_0)) + Q - \Pi_0 \right], & d_0 - h + Q - P < \Pi_0 \leq d_0 + h + Q - P \\ a(2Q - \Pi_0), & \Pi_0 > d_0 + h + Q - P \end{cases}. \quad (25) \end{aligned}$$

Начальное условие для функции $\Pi_0(t)$ определяется из условия

$$\psi_0(0) + \Pi_0(0) = \psi(0). \quad (26)$$

Отсюда имеем

$$\Pi_0(0) = \psi(0) + Q - P. \quad (27)$$

Из условия (26) следует, что $\Pi_0(0) < 0$. Чтобы определить вид функции $\Phi(\Pi_0)$, заметим, что

$$\Pi_0(0) - Q + P < -Q + P < -P - 2h < -d_0 - h \quad (28)$$

(мы воспользовались неравенством (19)). Следовательно, в некоторой правой полуокрестности точки $\theta = 0$ имеет место равенство $\Phi(\Pi_0) = -a\Pi_0$, и уравнение (25) принимает вид

$$\frac{d\Pi_0}{dt} = -a\Pi_0. \quad (29)$$

Решая его с начальным условием (27), получаем

$$\Pi_0(t) = (\psi^0 + Q - P)e^{-at}. \quad (30)$$

Эта функция принимает значения на полуинтервале $[\psi^0 + Q - P; 0)$. Таким образом, для всех значений $t > 0$ имеем $\Pi_0(t) - Q + P \leq -d_0 - h$, откуда, ввиду (25), получаем, что $\Phi(\Pi_0) = -a\Pi_0$. Таким образом, уравнение (29) и следующее из него представление (30) справедливы при всех $t > 0$.

Перейдем к построению функции внутреннего переходного слоя $\Omega_0((\theta - \theta_0)/\varepsilon)$. Введем переменную $\tau = (\theta - \theta_0)/\varepsilon$. Кроме того, сделаем дополнительное разложение в окрестности θ_0 : $\theta = \theta_0 + \varepsilon\tau$. Имеем из (16)-(18) уравнение для $\Omega_0(\tau)$:

$$d\Omega_0/d\tau = \Psi(\tau) = \begin{cases} a(-Q - \Omega_0), & \Omega_0 \leq -Q \\ a\left[\frac{Q}{2h}(\Omega_0 + Q - 2h + \varepsilon\tau) - \Omega_0\right], & -Q < \Omega_0 \leq -Q + 2h \\ -a\Omega_0, & -Q + 2h < \Omega_0 \leq Q - 2P - 2h \\ a\left[\frac{Q}{2h}(2P + 2h + \Omega_0 - Q) - \Omega_0\right], & Q - 2P - 2h < \Omega_0 \leq Q - 2P \\ a(Q - \Omega_0), & \Omega_0 > Q - 2P \end{cases} \quad (31)$$

Начальное условие для функции $\Omega_0(t)$ определяется из условия

$$\psi_0(\theta_0) + \Omega_0(0) = \psi(\theta_0). \quad (32)$$

Отсюда имеем

$$\Omega_0(0) = -Q. \quad (33)$$

Следовательно, в некоторой правой полуокрестности точки $\theta = \theta_0$ и уравнение (31) принимает вид

$$\frac{d\Omega_0}{d\tau} = a\left[\frac{Q}{2h}(\Omega_0 + Q - 2h + \varepsilon\tau) - \Omega_0\right]. \quad (34)$$

Решая это уравнение с начальным условием (33), находим

$$\Omega_0(\tau) = \frac{2Q\varepsilon h}{a(Q-2h)^2} e^{\frac{a}{2h}(Q-2h)\tau} - \frac{Q\varepsilon}{Q-2h} \tau - \frac{2Q\varepsilon h}{a(Q-2h)^2} - Q. \quad (35)$$

Решение будет иметь такой вид до момента τ_1 , который находится из условия

$$\frac{2Q\varepsilon h}{a(Q-2h)^2} e^{\frac{a}{2h}(Q-2h)\tau} - \frac{Q\varepsilon}{Q-2h} \tau - \frac{2Q\varepsilon h}{a(Q-2h)^2} = 2h. \quad (36)$$

При $\tau > \tau_1$ уравнение (31) будет иметь вид

$$\frac{d\Omega_0}{d\tau} = -a\Omega_0. \quad (37)$$

Решая это уравнение с начальным условием

$$\Omega_0(\tau_1) = -Q + 2h, \quad (38)$$

получаем

$$\Omega_0(\tau) = (-Q + 2h)e^{a\tau_1}e^{-a\tau}. \quad (39)$$

Так как $(-Q + 2h)e^{a\tau_1}e^{-a\tau} < (-Q + 2h)e^{a\tau_1} < -2Pe^{a\tau_1} < 0 < Q - 2P - 2h$, то представление (39) справедливо при всех $\tau > \tau_1$.

Итак, нулевое приближение функции $\psi(\theta)$ имеет вид

$$\psi(t) = \begin{cases} -Q + P + (\psi(0) + Q - P)e^{-at} + o(\varepsilon), & t \leq \frac{\theta_0}{\varepsilon}, \\ (\psi(0) + Q - P)e^{-at} + \frac{2Q\varepsilon h}{a(Q-2h)^2} e^{\frac{a}{2h}(Q-2h)(t-\theta_0/\varepsilon)} - \\ - \frac{Q}{Q-2h}(\varepsilon t - \theta_0) - \frac{2Q\varepsilon h}{a(Q-2h)^2} - Q + P + o(\varepsilon), & \frac{\theta_0}{\varepsilon} < t \leq \tau_1 + \frac{\theta_0}{\varepsilon}, \\ P + (\psi^0 + Q - P)e^{-at} + \\ + (-Q + 2h)e^{a\tau_1}e^{-a(t-\theta_0/\varepsilon)} + o(\varepsilon), & t > \varepsilon\tau_1 + \frac{\theta_0}{\varepsilon}. \end{cases} \quad (40)$$

Данная асимптотика дает высокую точность приближения к решению даже при значениях малого параметра ε , близких к единице. На рис. 19 изображено сравнение нулевого приближения (40) и решения, полученного численными методами:

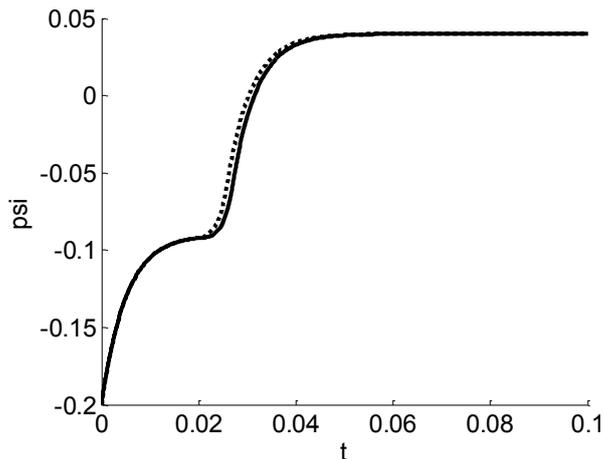


Рис. 19. Сравнение решения, полученного численными методами, и нулевого приближения при следующих параметрах: $a = 200$, $\alpha = 1$, $A = 4$, $N_0 = 100$, $C = 0.065$, $b_1 = 3$, $b_2 = 1$, $h = 0.02$, $d = 0.05$, $\varepsilon = 1$, $\theta_0 = 0.2$, $\tau_1 = 0.0062$. Здесь сплошная линия – решение, полученное численными методами, пунктирная – нулевое приближение.

Заключение

В работе была рассмотрена модель выбора позиций индивидами при информационном противоборстве в социуме [30], построенная на основе нейрологической схемы Рашевского [31,32]. На основе этой модели была исследовано влияние степени поляризации общества на исход информационного противоборства. В рамках этой модели было рассмотрено общество, состоящее из двух групп индивидов, имеющих одинаковую численность. Индивиды из каждой группы склонны к поддержке "своего" источника информации в отсутствие внешних воздействий.

Было показано, что при достаточно большой степени поляризации вне зависимости от остальных параметров модели исходом информационного противоборства является ничья. При относительно небольшой степени поляризации в зависимости от остальных параметров возможна победа как первого источника информации (с более сильной пропагандой), так и второго. Кроме того, было показано, что чем более разрознены группы индивидов (насколько по-разному члены каждой группы склонны к поддержке выбранного источника информации), тем благоприятнее исход информационной борьбы для источника информации с более сильной пропагандой.

Кроме того, был рассмотрен случай медленно поляризующегося социума, когда поляризация общества линейно увеличивается с течением времени. Было показано, что в этом случае достигается стационарное состояние, соответствующее сильной постоянной поляризации при тех же остальных параметрах. При этом уравнение модели является сингулярно возмущенным, а его решение относится к классу контрастных структур. Построено нулевое приближение этого решения по малому параметру.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность д.ф.-м.н., проф. А.П. Михайлову и д.ф.-м.н. А.П. Петрову за ценные консультации и замечания.

Библиографический список

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. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. – М.: Физматлит. 2006. 320 с.
9. 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.
10. Михайлов А.П., Измоденова К.В. Об оптимальном управлении процессом распространения информации. // Математическое моделирование. 2005. Т. 17. № 5. С. 67–76.
11. Михайлов А.П., Измоденова К.В. Об оптимальном управлении в математической модели распространения информации. / Математическое моделирование социальных процессов, вып. 6. М.: МАКС Пресс, 2004.
12. 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.
англ. пер.: A.P. Mikhailov, A.P. Petrov, N.A. Marevtseva, I.V. Tretiakova. Development of a Model of Information Dissemination in Society // Mathematical Models and Computer Simulations. 2014. Vol. 6. No. 5. pp. 535–541. doi: 10.1134/S2070048214050093.

13. Маревцева Н.А. Простейшие математические модели информационного противоборства. / Серия "Математическое моделирование и современные информационные технологии", вып. 8. // Сборник трудов Всероссийских научных молодежных школ. Ростов-на-Дону, издательство Южного федерального университета. 2009. С. 354–363.
14. Михайлов А.П., Маревцева Н.А. Модели информационной борьбы. // Математическое моделирование. 2011. Т. 23. № 10. С. 19–32.
англ. пер.: A.P. Mikhailov, N.A. Marevtseva Models of information warfare. // Mathematical Models and Computer Simulations. 2011. Vol. 4. No. 3. pp 251–259. doi: 10.1134/S2070048212030076
15. Mikhailov A.P., Petrov A.P., Proncheva O.G., Marevtseva N.A. Mathematical Modeling of Information Warfare in a Society // Mediterranean Journal of Social Sciences. Vol. 6. No. 5 S2. pp. 27–35. doi: 10.5901/mjss.2015.v6n5s2p27
16. Михайлов А.П., Петров А.П., Прончева О.Г., Маревцева Н.А. 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, ООО "Скифия-принт" Санкт-Петербург, 2015. С. 293–303.
URL: http://econ-conf.spbu.ru/files/Symposium_Sbornik_Statey.pdf
17. Daley D.J., Kendall D.G. Stochastic Rumors // Journal of the Institute of Mathematics and its Applications. 1964. Vol. 1. pp. 42–55.
18. Maki D.P., Thompson M. Mathematical Models and Applications. – Prentice-Hall. Englewood Cliffs. 1973.
19. Chen Guanghua, Shen H., Ye T., Chen G., and Kerr N. A Kinetic Model for the Spread of Rumor in Emergencies // Discrete Dynamics in Nature and Society, vol. 2013, Article ID 605854. 8 pages, 2013. doi:10.1155/2013/605854.
20. Isea R., Mayo-García R. Mathematical analysis of the spreading of a rumor among different subgroups of spreaders // Pure and Applied Mathematics Letters. 2015. Vol. 2015. pp 50-54.
21. Шведовский В.А. Моделирование распространения информации в смежных социальных группах. / Математические методы в социологическом исследовании. М.: Наука. 1981. С. 207–214.
22. Nekovee M., Moreno Y., Bianconi G., Marsili M. Theory of Rumor Spreading in Complex Social Networks // Physica A. 2007. 374. pp. 457–470.
23. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М. Физматлит. 2010. 228 с.
24. Yanagizawa-Drott D. Propaganda and Conflict: Evidence from the Rwandan Genocide // The Quarterly Journal of Economics. 2014. 129(4). 1947–1994. doi: 10.1093/qje/qju020.

25. Прончев Г.Б., Монахов Д.Н., Лонцов В.В. Безопасность виртуальных социальных сред в информационном обществе // *Пространство и Время*. 2013. №4(14). С. 231–236.

26. Bass F.M. A new product growth for model consumer durables // *Management Science*. 1969. Vol.15. pp. 215–227.

27. Делицын Л.Л. Количественные модели распространения нововведений в сфере информационных и телекоммуникационных технологий. – М.: МГУКИ, 2009, 106 с.

28. Михайлов А.П., Петров А.П., Калиниченко М.И., Поляков С.В. Моделирование одновременного распространения легальных и контрафактных копий инновационных продуктов. // *Математическое моделирование*. 2013. Т. 25. № 6. С. 54–63.

англ. пер.: A.P. Mikhailov, A.P. Petrov, M.I. Kalinichenko, S.V. Polyakov. Modeling the Simultaneous Distribution of Legal and Counterfeit Copies of Innovative Products // *Mathematical Models and Computer Simulations*. 2014. Vol. 6. No. 1. pp. 25–31. doi: 10.1134/S2070048214010116.

29. Mann R.P., Faria J., Sumpter D.J.T., Krause J. The dynamics of audience applause // *Journal of the Royal Society Interface*. 2013. Vol. 10. №85. <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2013.0466>.

30. Петров А.П., Маслов А.И., Цаплин Н.А. Моделирование выбора позиций индивидами при информационном противоборстве в социуме // *Математическое моделирование*, 2015, т.27, №12, с.137-148.

англ. пер.: A.P. Petrov, A.I. Maslov, N.A. Tsaplin. Modeling position selection by individuals during information warfare in society // *Mathematical Models and Computer Simulations*, 2016, v.8, N 4, p.401-408. doi 10.1134/S2070048216040141.

31. Rashevsky N. Outline of a Physico-mathematical Theory of Excitation and Inhibition // *Protoplasma*. 1933.

32. Rashevsky N. *Mathematical Biophysics: Physico-Mathematical Foundations of Biology*. Univ. of Chicago: Chicago Press, 1938.

33. Бутузов В.Ф., Васильева А.Б. Об асимптотике решения типа контрастной структуры // *Математические заметки*. 1987, т.42, №6, с.831-841

34. Васильева А.Б., Бутузов В.Ф. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений. М., Высшая школа, 1990.

35. Васильева А.Б., Петров А.П., Плотников А.А. К теории контрастных структур переменного типа // *Журнал вычислительной математики и математической физики*, 1998, т.38, №9, с.1534-1543.

англ. пер.: Vasil'eva A.B., Petrov A.P., Plotnikov A.A. On the theory of alternating contrast structures // *Computational Mathematics and Mathematical Physics* 1998, 38 (9), p.1471-1480.

Оглавление

Введение	3
1. Описание модели	5
2. Анализ стационарных решений	8
2.1. Случай 1.....	8
2.2. Случай 2.....	13
2.3. Случай 3.....	13
2.4. Случай 4.....	16
2.5. Случай 5.....	16
2.6. Случай 6.....	17
2.7. Случай 7.....	18
3. Нестационарное решение для случая 1.3.....	18
4. Случай медленно поляризующегося социума.....	20
Заключение.....	25
Благодарности.....	26
Библиографический список.....	26