



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

Препринты ИПМ • Препринт № 16 за 2016 г.



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

Михайлов А. П., Петров А. П.,
Прончева О.Г., Прончев Г.Б.,
Маревцева Н.А.

Моделирование
периодических
дестабилизирующих
воздействий при
информационном
противоборстве в социуме

Рекомендуемая форма библиографической ссылки: Моделирование периодических дестабилизирующих воздействий при информационном противоборстве в социуме / А.П.Михайлов [и др.] // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2016. № 16. 13 с. doi:[10.20948/prepr-2016-16](https://doi.org/10.20948/prepr-2016-16)
URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2016-16>

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

**А.П. Михайлов, А.П. Петров, О.Г. Прончева,
Г.Б. Прончев, Н.А. Маревцева**

**Моделирование периодических
дестабилизирующих воздействий
при информационном противоборстве
в социуме**

Москва — 2016

А.П. Михайлов, А.П. Петров, О.Г. Прончева, Г.Б. Прончев, Н.А. Маревцева

Моделирование периодических дестабилизирующих воздействий при информационном противоборстве в социуме

Работа посвящена анализу модели информационного противоборства в социуме в случае, когда одна из сторон периодически дестабилизирует систему путем кратковременного скачкообразного повышения интенсивности пропаганды через СМИ. Модель имеет вид системы двух нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений с периодической разрывной правой частью. Для случая малой интенсивности распространения информации путем межличностной коммуникации построена асимптотика периодического решения. Переходный режим исследован численно.

Ключевые слова: математическое моделирование, информационное противоборство, пропаганда через СМИ, межличностная коммуникация, дифференциальные уравнения

A.P.Mikhailov, A.P.Petrov, O.G. Proncheva, G.B. Pronchev, N.A.Marevtseva

Modeling of periodic destabilizing effect on information warfare in a society

The paper deals with a model of information warfare in a society when one of competitors periodically destabilizes the system with short abrupt increasing of intensity of media propaganda. The model takes the form of two nonlinear ordinary differential equations with periodic discontinuous right-hand side. Asymptotics of periodic solutions is built in the case of low-intensity dissemination of information through interpersonal communication. The transient regime is investigated numerically.

Key words: mathematical modeling, information warfare, media propaganda, interpersonal communication, differential equations.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проекты 15-01-06192 и 16-01-00306.

1. Введение

Математическое моделирование распространения информации в социуме привлекает в последнее время все большее внимание исследователей, прежде всего, ввиду возрастающего практического интереса к данной тематике. Настоящая работа лежит в русле исследований, начатых в публикациях [1,2], в которых была предложена базовая модель информационного нападения, основанная на следующих положениях. 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 [3,4] изучалась задача оптимального управления, в качестве управляющего параметра в которой принималась величина α . В статье [5] 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 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 [6,7] 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), изучена в работах [8,9].

Среди других направлений в рамках данной тематики можно выделить следующие.

Ранние модели распространения информации путем межличностной коммуникации предложены в [10,11]. В них, в частности, предполагается, что имеется группа индивидов (молчуны), которые знакомы с информацией, но не передают ее другим. В работе [12], развивающей модель из [10], вводится также группа латентных носителей информации, которые не распространяют ее как адепты, хотя могут поделиться ей в поисках подтверждения достоверности (при этом индивид, с которым они поделились, не переходит в адепты). В статье [13] построена модель распространения информации, акцентированная на механизме «узнал на работе – рассказал в семье, узнал в семье – рассказал на работе». Модель информационного противоборства, предложенная в [14] и основанная на нейробиологической схеме традиционной модели подражательного поведения [15,16], предполагает, что противоборствующие точки зрения уже известны индивиду и ставит в центр внимания процесс выбора той или иной позиции. Изучению процессов распространения информации и информационного противоборства в социальных сетях посвящен ряд работ, в частности, [17,18].

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 [19], 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, принимающих 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 [20,21].

Наконец, отметим, что модели указанного типа применяются не только для изучения распространения информации как таковой, но также при моделировании распространения массовых инновационных продуктов [22-24].

Далее, в разделе 2 формулируется конкретный вариант модели, изучаемый в данной статье; разделы 3 и 4 посвящены соответственно аналитическому и численному исследованию.

2. Модель информационного противоборства в случае дестабилизирующего воздействия

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 настоящей работе рассматривается случай периодического дестабилизирующего воздействия. Именно, предполагается, 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:

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

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

$$\alpha_1^* < \alpha_2 < \alpha_1^* + h, \quad (4)$$

при котором в «фоновом» режиме более интенсивно через СМИ пропагандируется информация второй партии, а в течение интервалов дестабилизации – первой. Кроме того, учтем забывание информации индивидами.

Таким образом, модель имеет вид

$$\frac{dX}{dt} = (\alpha_1 + \beta X)(N - X - Y) - \gamma X, \quad (5)$$

$$\frac{dY}{dt} = (\alpha_2 + \beta Y)(N - X - Y) - \gamma Y, \quad (6)$$

$$X(0) = 0, Y(0) = 0. \quad (7)$$

Здесь параметр γ характеризует скорость забывания информации индивидами (для обоих источников информации она полагается одинаковой), параметры α_2, β – постоянные, а величина α_1 дается формулой (3).

3. Аналитическое исследование периодического решения системы уравнений модели в случае малой интенсивности межличностной коммуникации

Рассмотрим случай, когда интенсивность распространения информации путем межличностной коммуникации мала, т.е. $\beta \ll 1$. Построим асимптотические разложение периодического решения $\tilde{X}(t), \tilde{Y}(t)$ системы уравнений (5),(6) по данному малому параметру. Подчеркнем, что будет построена асимптотика периодического решения, а не задачи Коши (5)–(7).

Поскольку система регулярно возмущенная, то функции $\tilde{X}(t)$ и $\tilde{Y}(t)$ раскладываются в степенные ряды по параметру β :

$$\begin{aligned}\tilde{X}(t) &= X_0(t) + \beta X_1(t) + \dots + \beta^k X_k(t) + o(\beta^k), \\ \tilde{Y}(t) &= Y_0(t) + \beta Y_1(t) + \dots + \beta^k Y_k(t) + o(\beta^k).\end{aligned}\tag{8}$$

Каждый член асимптотики (8) строится как периодическая функция. Поэтому дифференциальные уравнения для членов асимптотики рассматриваются на одном периоде $[0, T]$ с условиями

$$X_i(0) = X_i(T), Y_i(0) = Y_i(T), \quad i = 0, 1, 2, \dots\tag{9}$$

Далее будем обозначать

$$\tilde{X}(0) = X^0, \tilde{Y}(0) = Y^0, X_i(0) = X_i^0, Y_i(0) = Y_i^0, \quad i = 0, 1, 2, \dots$$

При этом, поскольку функция $\alpha_1(t)$ является кусочно-постоянной (см. формулу (3)), то отдельно рассматриваются: первая часть $[0; t_{sw}]$ периода $[0; T]$ и вторая его часть $[t_{sw}; T]$. На каждой из этих частей функция $\alpha_1(t)$ является постоянной, а состыкование решений происходит по непрерывности:

$$X_i(t_{sw} - 0) = X_i(t_{sw} + 0), Y_i(t_{sw} - 0) = Y_i(t_{sw} + 0), \quad i = 0, 1, 2, \dots\tag{10}$$

Соотношения вида (9),(10) дополняют уравнения для членов асимптотического разложения (8).

Перейдем к построению нулевого члена асимптотики. Суть применяемого здесь подхода состоит в следующем. На отрезке $[0; t_{sw}]$ решается задача Коши с начальным условием $X_1(0) = X_1^0, Y_1(0) = Y_1^0$, где X_1^0, Y_1^0 – пока неизвестные величины. В результате получаем функции $X_1(t), Y_1(t)$ на данном отрезке и определяем величины $X_1(t_{sw}), Y_1(t_{sw})$, зависящие от X_1^0, Y_1^0 . Далее решается задача Коши на отрезке $[t_{sw}; T]$ и определяются значения $X_1(T), Y_1(T)$, зависящие от $X_1(t_{sw}), Y_1(t_{sw})$ и, тем самым, от X_1^0, Y_1^0 . Наконец, получаем уравнения для X_1^0, Y_1^0 из условий периодичности (9). Решив эти уравнения, определяем значения X_1^0, Y_1^0 . Тем самым асимптотика нулевого порядка

построена. Тот же подход может быть применен к построению членов асимптотики (8) более высоких порядков.

Перейдем к реализации изложенного подхода. Подставив разложения (8) в уравнения (5),(6) и рассмотрев слагаемые, не содержащие параметра β , получим уравнения для нулевого приближения. Они имеют вид:

$$\begin{cases} \frac{dX_0}{dt} = \alpha_1(N - X_0 - Y_0) - \gamma X_0, \\ \frac{dY_0}{dt} = \alpha_2(N - X_0 - Y_0) - \gamma Y_0. \end{cases} \quad (11)$$

В соответствии с формулой (3) на промежутке $[0; t_{sw})$ имеем $\alpha_1 = \alpha_1^*$. Решив на нем систему (11) с учетом данного соотношения, получаем:

$$\begin{pmatrix} X_0(t) \\ Y_0(t) \end{pmatrix} = C_1 \begin{pmatrix} \alpha_1^* \\ \alpha_2 \end{pmatrix} e^{-(\alpha_1^* + \alpha_2 + \gamma)t} + C_2 \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} e^{-\gamma t} + \frac{N}{\alpha_1^* + \alpha_2 + \gamma} \begin{pmatrix} \alpha_1^* \\ \alpha_2 \end{pmatrix}. \quad (12)$$

Подставив $t=0$ в (11) и воспользовавшись начальными условиями $X_0(0) = X_0^0, Y_0(0) = Y_0^0$, получаем значения постоянных C_1 и C_2 :

$$\begin{aligned} C_1 &= -\frac{N}{\gamma + \alpha_1^* + \alpha_2} + \frac{X_0^0 + Y_0^0}{\alpha_1^* + \alpha_2}, \\ C_2 &= \frac{\alpha_2 X_0^0 - \alpha_1^* Y_0^0}{\alpha_1^* + \alpha_2}. \end{aligned} \quad (13)$$

Таким образом, на отрезке $[0; t_{sw}]$ асимптотика нулевого приближения имеет вид:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} X_0(t) \\ Y_0(t) \end{pmatrix} &= \left[\frac{N}{\gamma + \alpha_1^* + \alpha_2} + \frac{X_0^0 + Y_0^0}{\alpha_1^* + \alpha_2} \right] \begin{pmatrix} \alpha_1^* \\ \alpha_2 \end{pmatrix} e^{-(\alpha_1^* + \alpha_2 + \gamma)t} + \frac{\alpha_2 X_0^0 - \alpha_1^* Y_0^0}{\alpha_1^* + \alpha_2} \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} e^{-\gamma t} + \\ &+ \frac{N}{\alpha_1^* + \alpha_2 + \gamma} \begin{pmatrix} \alpha_1^* \\ \alpha_2 \end{pmatrix}. \end{aligned} \quad (14)$$

На полуинтервале $[t_{sw}; T)$ уравнения для функций $X_0(t), Y_0(t)$ получаются путем подстановки $\alpha_1 = \alpha_1^* + h$ в уравнения (11). Эти уравнения дополняются (ввиду условий непрерывности (10)) начальным условием, получаемым путем подстановки $t = t_{sw}$ в (14). Решение получаемой таким образом задачи Коши имеет вид

$$\begin{pmatrix} X_0(t) \\ Y_0(t) \end{pmatrix} = C_1^* \begin{pmatrix} \alpha_1^* + h \\ \alpha_2 \end{pmatrix} e^{-(\alpha_1^* + h + \alpha_2 + \gamma)t} + C_2^* \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix} e^{-\gamma t} + \frac{N}{\alpha_1^* + h + \alpha_2 + \gamma} \begin{pmatrix} \alpha_1^* + h \\ \alpha_2 \end{pmatrix}, \quad (15)$$

где

$$C_1^* = \frac{2\alpha_2 e^{(\alpha_1^* + \alpha_2 + h)t_{sw}} + (\alpha_1^* - \alpha_2) e^{ht_{sw}}}{(\alpha_1^* - \alpha_2 + h)(\alpha_1^* + \alpha_2)} X^0 + \frac{(-2\alpha_1^* e^{(\alpha_1^* + \alpha_2 + h)t_{sw}} + (\alpha_1^* - \alpha_2) e^{ht_{sw}})}{(\alpha_1^* - \alpha_2 + h)(\alpha_1^* + \alpha_2)} Y^0 +$$

$$+ \frac{(\alpha_1^* - \alpha_2) N e^{(\alpha_1^* + \alpha_2 + h + \gamma)t_{sw}} - (\alpha_1^* - \alpha_2) e^{ht_{sw}}}{(\alpha_1^* - \alpha_2 + h)(\alpha_1^* + \alpha_2 + \gamma)} + \frac{(\alpha_2 - \alpha_1^* - h) N e^{(\alpha_1^* + \alpha_2 + h + \gamma)t_{sw}}}{(\alpha_1^* - \alpha_2 + h)(\alpha_1^* + h + \alpha_2 + \gamma)},$$

$$C_2^* = \frac{1}{(\alpha_1^* + \alpha_2)(\alpha_1^* - \alpha_2 + h)(\alpha_1^* + \alpha_2 + \gamma)} \times$$

$$\times \left\{ \left[\alpha_1^* \alpha_2 (\alpha_1^* + 2\alpha_2 + h + \gamma) \alpha_1^* \alpha_2 - (\alpha_1^* \alpha_2 + \alpha_2^2 + \alpha_2 \gamma) e^{-(\alpha_1^* + \alpha_2)t_{sw}} h \right] X^0 + \right.$$

$$+ \left[-\alpha_1^* (\alpha_1^{*2} + \alpha_1^* (h + \gamma) - h\gamma) - (\alpha_2 + h + \gamma + 2\alpha_1^*) \alpha_1^* \alpha_2 - \right.$$

$$\left. - (\alpha_1^* + \alpha_2 + \gamma) \alpha_2 h e^{-(\alpha_1^* + \alpha_2)t_{sw}} \right] Y^0 +$$

$$\left. + (\alpha_1^* \gamma + \alpha_2 N) \alpha_2 h e^{-(\alpha_1^* + \alpha_2)t_{sw}} - (\alpha_1^* + \alpha_2) \alpha_2 h N e^{\gamma t_{sw}} \right\}.$$

Выражение (15) позволяет определить значения функций $X_0(t), Y_0(t)$ при $t = T$ и получить из условий периодичности (9) систему уравнений для X_0^0, Y_0^0 :

$$\begin{cases} X_0^0 = C_1^* (\alpha_1^* + h) e^{-(\alpha_1^* + h + \alpha_2 + \gamma)T} + C_2^* e^{-\gamma T} + \frac{(\alpha_1^* + h)N}{\alpha_1^* + h + \alpha_2 + \gamma}, \\ Y_0^0 = C_1^* \alpha_2 e^{-(\alpha_1^* + h + \alpha_2 + \gamma)T} - C_2^* e^{-\gamma T} + \frac{\alpha_2 N}{\alpha_1^* + h + \alpha_2 + \gamma}. \end{cases} \quad (18)$$

Здесь постоянные C_1^*, C_2^* линейно зависят от X_0^0, Y_0^0 . Таким образом, соотношения (18) представляют собой систему двух линейных алгебраических уравнений для X_0^0, Y_0^0 . Нетрудно показать, что при выполнении условия (4) определитель этой системы отличен от нуля. При выполнении этого условия значения X_0^0, Y_0^0 определяются однозначно. Тем самым асимптотика нулевого порядка на отрезке $[0; T]$ построена; она дается формулами (14)-(17). При $t > T$ функции $X_0(t), Y_0(t)$ продолжаются периодически с периодом T .

Уравнения для следующих (после нулевого) членов асимптотического разложения (8) имеют вид

$$\begin{cases} \frac{dX_i}{dt} = -(\alpha_1 + \gamma) X_i - \alpha_1 Y_i + f_i(t) \\ \frac{dY_i}{dt} = -\alpha_2 X_i - (\alpha_2 + \gamma) Y_i + g_i(t) \end{cases}, \quad i = 1, 2, \dots \quad (19)$$

Здесь функции $f_i(t), g_i$ выражаются через предыдущие члены асимптотики. В частности,

$$X_1(t) = X_0(t)N - (X_0(t))^2 - X_0(t)Y_0(t),$$

$$Y_1(t) = Y_0(t)N - (Y_0(t))^2 - X_0(t)Y_0(t),$$

где $X_0(t), Y_0(t)$ – это функции, которые уже известны к моменту определения функций $X_1(t), Y_1(t)$.

Уравнения (19) дополняются условиями периодичности (9) и условиями непрерывности (10). Тем самым построен метод определения всех членов асимптотического разложения (8).

4. Численный эксперимент

Проиллюстрируем полученные результаты с помощью численного эксперимента. Параметры расчета имеют следующие значения:

$$\alpha_1^* = 0,6; h = 2; \alpha_2 = 1,4; \beta = 0,1; \gamma = 0,3; N = 10; T = 4; t_{sw} = 2. \quad (20)$$

Поведение системы демонстрируется графиками на Рис.1. Сплошные кривые представляют решение системы (5)-(7), полученное численно. Пунктирные кривые соответствуют нулевому порядку (14)-(17) асимптотики (8) – фактически аналитически найденному решению при $\beta = 0$. 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.

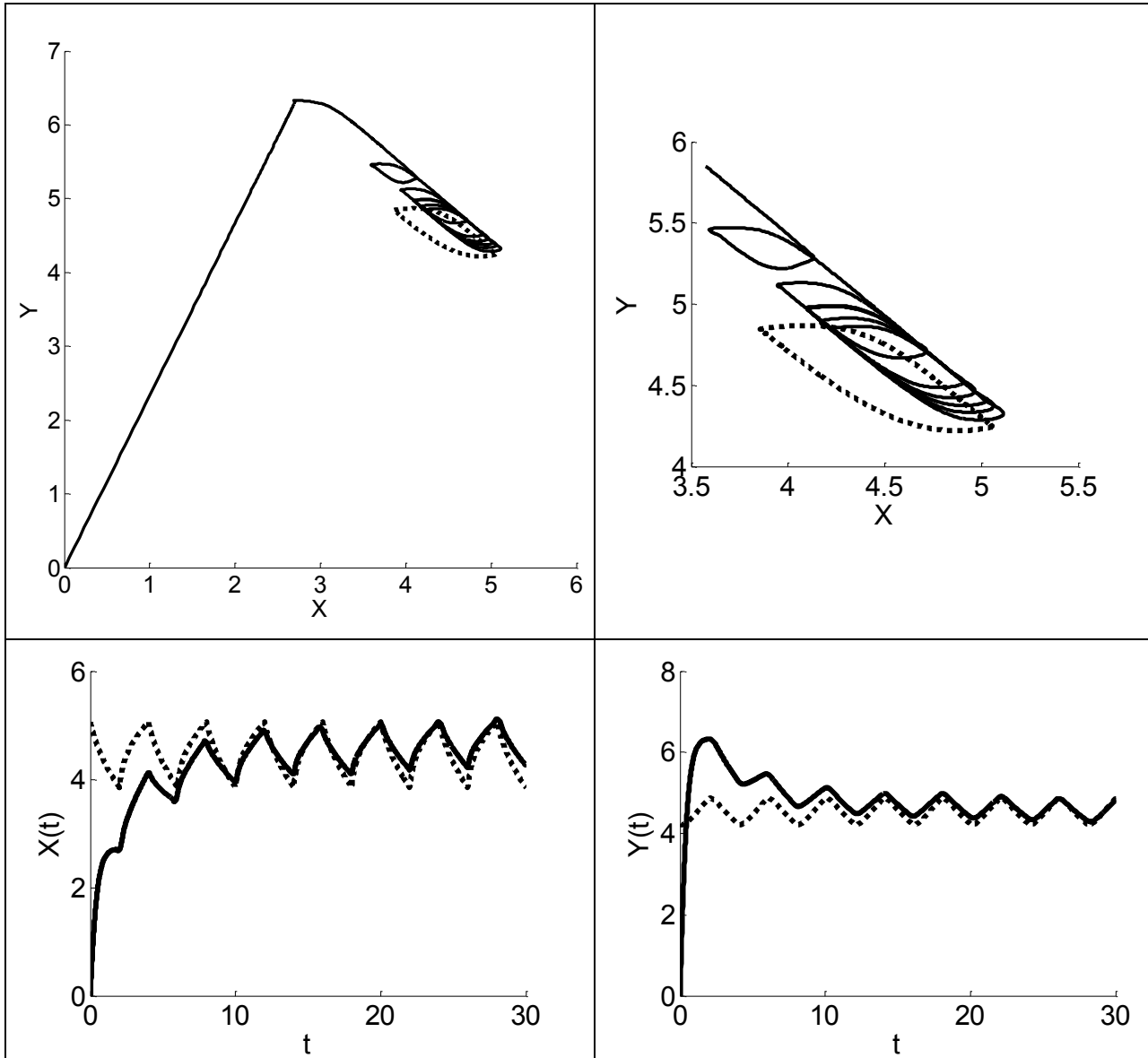


Рис. 1. Решение системы (5)-(7) с параметрами (20), полученное численно (сплошная линия) и асимптотика нулевого приближения (14)-(17) (пунктир). На верхних рисунках – траектория $\{X(t); Y(t)\}$, изображенная в мелком и крупном масштабах. На левом нижнем рисунке – график $X(t)$, на правом нижнем – $Y(t)$.

Литература

1. А.А. Самарский, А.П. Михайлов. Математическое моделирование. – М.: Физматлит. 2006. 320 с.
2. А.П. Михайлов, Н.В. Ключов. О свойствах простейшей математической модели распространения информационной угрозы. / Математическое моделирование социальных процессов, вып. 4. М.: МАКС Пресс, 2002. С. 115–123.

3. А.П. Михайлов, К.В. Измоденова. Об оптимальном управлении процессом распространения информации. // Математическое моделирование. 2005. Т. 17. № 5. С. 67–76.

4 А.П. Михайлов, К.В. Измоденова. Об оптимальном управлении в математической модели распространения информации. / Математическое моделирование социальных процессов, вып. 6. М.: МАКС Пресс, 2004.

5. А.П. Михайлов, А.П. Петров, Н.А. Маревцева, И.В. Третьякова. Развитие модели распространения информации в социуме // Математическое моделирование, 2014. Т. 26. № 3. С. 65–74.

англ. пер.: А.Р. Mikhailov, А.Р. 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

6. Н.А. Маревцева. 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.

7. А.П. Михайлов, Н.А. Маревцева. Модели информационной борьбы. // Математическое моделирование. 2011. Т. 23. № 10. С. 19–32.

англ. пер.: А.Р. 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

8. А.Р. Mikhailov, А.Р. Petrov, O.G. Proncheva, N.A. Marevtseva. 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

9. 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, ООО "Скифия-принт" Санкт-Петербург, 2015. С. 293–303. URL: http://econ-conf.spbu.ru/files/Symposium_Sbornik_Statey.pdf

10. D.J. Daley, D.G. Kendall. Stochastic Rumors // Journal of the Institute of Mathematics and its Applications. 1964. Vol. 1. pp. 42–55.

11. D.P. Maki, M. Thompson. Mathematical Models and Applications. – Prentice-Hall. Englewood Cliffs. 1973.

12. Guanghua Chen, H. Shen, T. Ye, G. Chen, and N. Kerr. 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.

13. В.А. Шведовский. Моделирование распространения информации в смежных социальных группах. / Математические методы в социологическом исследовании. М.: Наука. 1981. С. 207–214.

14. 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.

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

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

17. M. Nekovee, Y. Moreno, G. Bianconi, M. Marsili. Theory of Rumor Spreading in Complex Social Networks // *Physica A*. 2007. 374. pp. 457–470.

18. Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М. Физматлит. 2010. 228 с.

19. D. Yanagizawa-Drott. Propaganda and Conflict: Evidence from the Rwandan Genocide // *The Quarterly Journal of Economics*. 2014. 129(4). 1947–1994. doi: 10.1093/qje/qju020.

20. М.Н. Кораблев, В.В. Лонцов, Г.Б. Прончев. Защита конфиденциальной информации в социальных сетях Интернета // *Социология*. 2010. № 4. С. 33–45.

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

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

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

24. А.П. Михайлов, А.П. Петров, М.И. Калиниченко, С.В. Поляков. 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

Оглавление

1. Введение	3
2. Модель информационного противоборства в случае дестабилизирующего воздействия.....	5
3. Аналитическое исследование периодического решения системы уравнений модели в случае малой интенсивности межличностной коммуникации	6
4. Численный эксперимент	9
Литература	10