



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

Препринты ИПМ • Препринт № 11 за 2018 г.



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

Прончева О.Г.

Модель системы 'Власть–  
Информация–Общество'

**Рекомендуемая форма библиографической ссылки:** Прончева О.Г. Модель системы 'Власть–Информация–Общество' // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2018. № 11. 15 с. doi:[10.20948/prepr-2018-11](https://doi.org/10.20948/prepr-2018-11)  
URL: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2018-11>

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

**О.Г. Прончева**

**Модель системы  
"Власть–Информация–Общество"**

**Москва — 2018**

***Прончева О.Г.***

**Модель системы "Власть–Информация–Общество"**

Работа посвящена построению и первичному анализу модели "Власть–Информация–Общество", являющейся объединением модели информационного противоборства и модели "Власть–Общество". Модель имеет вид системы из параболического уравнения и двух дифференциальных уравнений. Модель исследована численно, всем результатам даны содержательные социологические трактовки.

***Ключевые слова:*** математическое моделирование, информационное противоборство, модель "Власть–Общество", дифференциальные уравнения.

***Olga Gennadevna Proncheva***

**"Power–Information–Society" model**

The paper deals with the construction and primary analysis of "Power–Information–Society" model, which is a combination of model of information warfare and the "Power–Society" model. The constructed model has the form of a system of the parabolic and two differential equations. The model is studied numerically. Some sociological interpretation is given for the results of the mathematical analysis.

***Key words:*** mathematical modeling, information warfare, "Power–Society" model, differential equations.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 16-01-00306.

## 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 [4-9]. Однако обычно информационные процессы рассматриваются изолированно от остальных процессов, протекающих в социуме, в то время как на них могут влиять факторы самой различной природы.

С другой стороны, на другие социальные процессы, такие как распределение власти в иерархии с учётом влияния гражданского общества, также может оказывать влияние информационное противоборство.

В настоящей работе объединяются две модели: модель информационного противоборства [10] и модель "Власть–Общество" [11,12].

### 1. Модель "Власть–Общество"

Модель "Власть–Общество" [11,12] рассматривает взаимодействие иерархической властной структуры и гражданского общества. Пусть число властных инстанций достаточно большое, и властная иерархия – "сплошная среда". Координата  $x$  характеризует место инстанции в иерархии: чем больше  $x$ , тем младше инстанция. Мы будем предполагать, что  $x \in [0;1]$ . Пусть  $p(x,t)$  – количество власти у инстанции уровня  $x$  в момент времени  $t$ . Скорость изменения функции  $p(x,t)$  определяется следующими характеристиками.

1) Разность потоков власти, получаемой от ближайших соседей по иерархии или отдаваемой им. Здесь предполагается, что скорость изменения  $p(x,t)$  тем больше, чем больше разница между значениями текущей власти в

инстанциях. Этот фактор описывается членом  $\frac{\partial}{\partial x} \left[ \kappa \left( p, \frac{\partial p}{\partial x}, x, t \right) \frac{\partial p}{\partial x} \right]$ , где

$\kappa \left( p, \frac{\partial p}{\partial x}, x, t \right)$  – некоторая положительная функция.

2) Сумма потоков власти, получаемой инстанцией от отдалённых ступеней иерархии или отдаваемой им. Здесь предполагается, что скорость изменения  $p(x,t)$  тем больше, чем больше разница между значениями текущей власти в инстанциях. Этот фактор описывается членом

$$\int_0^1 \chi [p(x'), p(x), x', x] [p(x',t) - p(x,t)] dx'.$$

3) Реакция гражданского общества, описываемая функцией  $F(x, t, p(x, t))$ .

В настоящей работе рассматривается упрощённый случай системы "Власть–Общество", учитывающий также следующие предпосылки:

1) функция  $\kappa$ , соответствующая механизму передачи власти по команде, постоянна. Обозначим эту постоянную функцию через  $\varepsilon$  и везде далее будем считать её достаточно малой;

2) в иерархии нет механизма передачи команд через голову;

3) реакция общества – функция отклонения от идеального уровня власти. По аналогии с работой [13] рассмотрим случай существования двух устойчивых распределения власти  $\phi_1(x)$  и  $\phi_3(x)$ , каждое из которых является оптимальным. Ввиду гладкости функции  $F(p, x)$  вырожденное стационарное уравнение  $F(p, x) = 0$  имеет корень  $\phi_2(x)$ . Итак,  $F(p, x) = -k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x))$ .

Учитывая отсутствие потоков власти через границы иерархии, получим итоговое уравнение:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[ \kappa(p, \frac{\partial p}{\partial x}, x, t) \frac{\partial p}{\partial x} \right] - k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)); \quad (1)$$

$$\frac{\partial p}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{\partial p}{\partial x} \Big|_{x=L} = 0. \quad (2)$$

## 2. Модель информационного противоборства

Модель информационного противоборства 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». Рассматривается группа взаимодействующих индивидов, имеющая численность  $N_0$ . В рамках рассматриваемой модели (см. [10]) предполагается, что не охваченный информацией индивид может получить ее либо от СМИ, либо путем межличностной коммуникации от информированного ранее индивида (адепта). Численность адептов, поддерживающих первый источник информации, в момент времени  $t$  обозначим через  $X(t)$ , поддерживающих второй источник – через  $Y(t)$  Интенсивность распространения информации этими способами описывается положительными параметрами  $\alpha_i$  и  $\beta_i$  соответственно, причем эти параметры полагаются не зависящими от времени. Заметим, что интенсивность распространения информации через межличностную коммуникацию при этом пропорциональна также числу уже охваченных этим источником информации индивидов. Предполагается, что скорость распространения информации (то есть число охваченных индивидов за единицу времени), складывается из скоростей распространения информации каждого из вышеупомянутых

способов. Эта скорость пропорциональна числу ещё не охваченных индивидов, то есть  $N_0 - X(t) - Y(t)$ .

Заметим, применительно к распространению информации через СМИ каналу здесь предполагается, что социум находится в своего рода "всеобъемлющем нелокальном информационном поле", т.е. любой из ещё не завербованных членов общности всегда имеет возможность получить распространяемую информацию и её воспринять. Отметим также, что хотя, в отличие от распространения через СМИ, межличностная коммуникация имеет локальный характер (от человека к человеку), но скорость вербовки, как и в первом случае, опять-таки пропорциональна числу ещё не завербованных членов общности – величине  $N_0 - X(t) - Y(t)$ .

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

Таким образом, базовая модель информационного противоборства [8] имеет вид

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = (\alpha_1 + \beta_1 X)(N_0 - X - Y); \\ \frac{dY}{dt} = (\alpha_2 + \beta_2 Y)(N_0 - X - Y). \end{cases} \quad (3)$$

Здесь  $X, Y$  – численности адептов первой и второй «партий», нижние индексы  $i = 1, 2$  у параметров  $\alpha_i, \beta_i$  соответствуют номерам этих «партий».

### 3. Модель "Власть–Информация–Общество"

Объединим теперь две вышеописанные модели. Пусть  $X$  – число сторонников правящей партии,  $Y$  – оппозиции. Предположим, что скорость увеличения (или уменьшения) количества власти у правящей партии тем больше, чем больше превосходство (или поражение) в информационной борьбе, то есть в правую часть уравнения (1) добавляется слагаемое  $s(X - Y)$ .

Пусть далее интенсивность распространения информации через СМИ для каждого из противников зависит от общего количества власти у правящей партии  $P = \int_0^1 p(x, t) dx$ , то есть  $\alpha_1 = \alpha_1(P)$ ,  $\alpha_2 = \alpha_2(P)$ , причём  $\alpha_1(P)$  – возрастающая функция,  $\alpha_2(P)$  – убывающая.

Таким образом, модель "Власть–Информация–Общество" имеет следующий вид:

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \varepsilon^2 \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} - k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y); \quad (4)$$

$$\left. \frac{\partial p}{\partial x} \right|_{x=0} = \left. \frac{\partial p}{\partial x} \right|_{x=1} = 0; \quad (5)$$

$$\frac{dX}{dt} = [\alpha_1(P) + \beta_1 X](N - X - Y); \quad (6)$$

$$\frac{dY}{dt} = [\alpha_2(P) + \beta_2 Y](N - X - Y). \quad (7)$$

Далее будем предполагать  $\varepsilon \ll 1$ , то есть стационарные распределения власти – корни многочлена  $-k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y)$  при условии, что  $X$  и  $Y$  – это установившиеся численности адептов правящей партии и оппозиции соответственно. В зависимости от параметров системы многочлен может иметь от 1 до 3 корней, обозначим их  $\psi_1(x)$ ,  $\psi_2(x)$  и  $\psi_3(x)$ . Если  $\psi_1(x) < \psi_2(x) < \psi_3(x)$ , то  $\psi_1(x)$  и  $\psi_3(x)$  – устойчивые распределения,  $\psi_2(x)$  – неустойчивое. При этом  $\psi_1(x)$  – партиципаторное распределение власти [13] (в этом случае общество является более демократическим, и общее количество власти у правящей партии меньше),  $\psi_3(x)$  – распределение сильной руки [13]. Функции  $\phi_1(x)$  и  $\phi_2(x)$  имеют смысл оптимального распределения власти в случае отсутствия влияния информационного противоборства на распределение власти в иерархии.

#### 4. Вычислительные эксперименты и некоторые сценарии противоборства

В настоящей работе используется следующий вид функций  $\phi_1(x)$ ,  $\phi_2(x)$ ,  $\phi_3(x)$ ,  $k_1(x)$ :  $k_1(x) = 1$ ,  $\phi_1(x) = 0,6 - 0,5x$ ,  $\phi_2(x) = 0,8 - 0,5x$ ,  $\phi_3(x) = 1,1 - 0,7x$ .

Для проведения численного эксперимента возьмём следующие начальные условия:

$$X(0) = Y(0) = 0. \quad (8)$$

##### Сценарий 1

Первый сценарий характеризует случай, когда информационное противоборство не сильно влияет на количество общей власти, т.е.  $s \ll 1$ . В этом случае многочлен  $-k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y)$  всегда имеет три корня и итоговое распределение власти зависит от начального условия: если изначально иерархия обладает сильной властью, то итоговое распределение – распределение сильной руки, если изначально власти мало, то будет партиципаторное распределение власти.

Возьмём следующие параметры:  $\varepsilon = 0.05$ ;  $b_1 = 0.096$ ;  $b_2 = 0.1$ ;  $N = 100$ ;  $s = 0.01$ ;  $\alpha_1(P) = 0.01(10 + P)$ ;  $\alpha_2(P) = 0.01(10 - P)$ ;  $\phi_1(x) = 2 - 1.5x$ ;  $\phi_2(x) = 6 - 3.75x$ ;  $\phi_3(x) = 8 - 5.25x$ .

Для иллюстрации первого случая (распределение сильной руки) в качестве начального распределения власти возьмём функцию  $p(x, 0) = 10 - 5x$ .

Ниже приведены результаты моделирования для числа сторонников правящей партии и оппозиции (рис. 1).

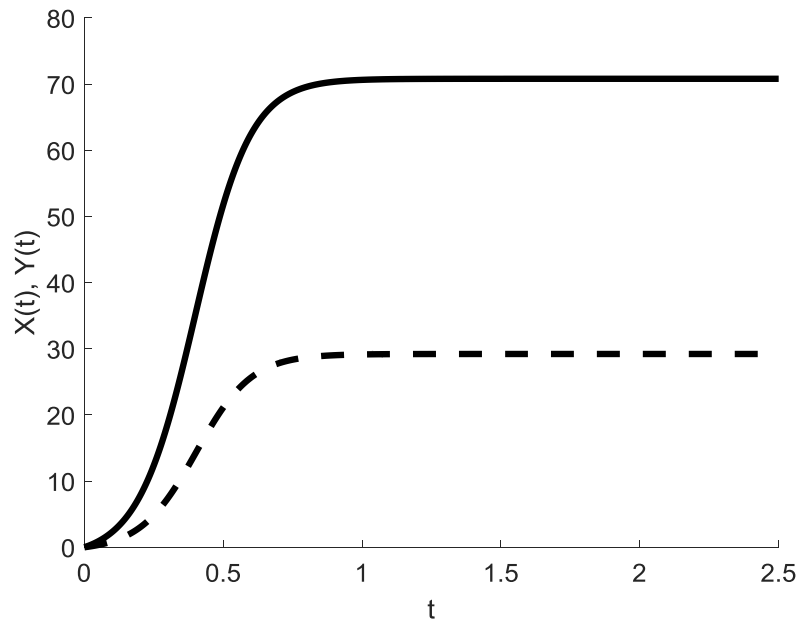


Рис. 1. Сплошная линия: число сторонников правящей партии  $X(t)$ , пунктирная линия: число сторонников оппозиции  $Y(t)$

На рис. 2 представлены распределения власти в разные моменты времени и корни многочлена  $-k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y)$ .



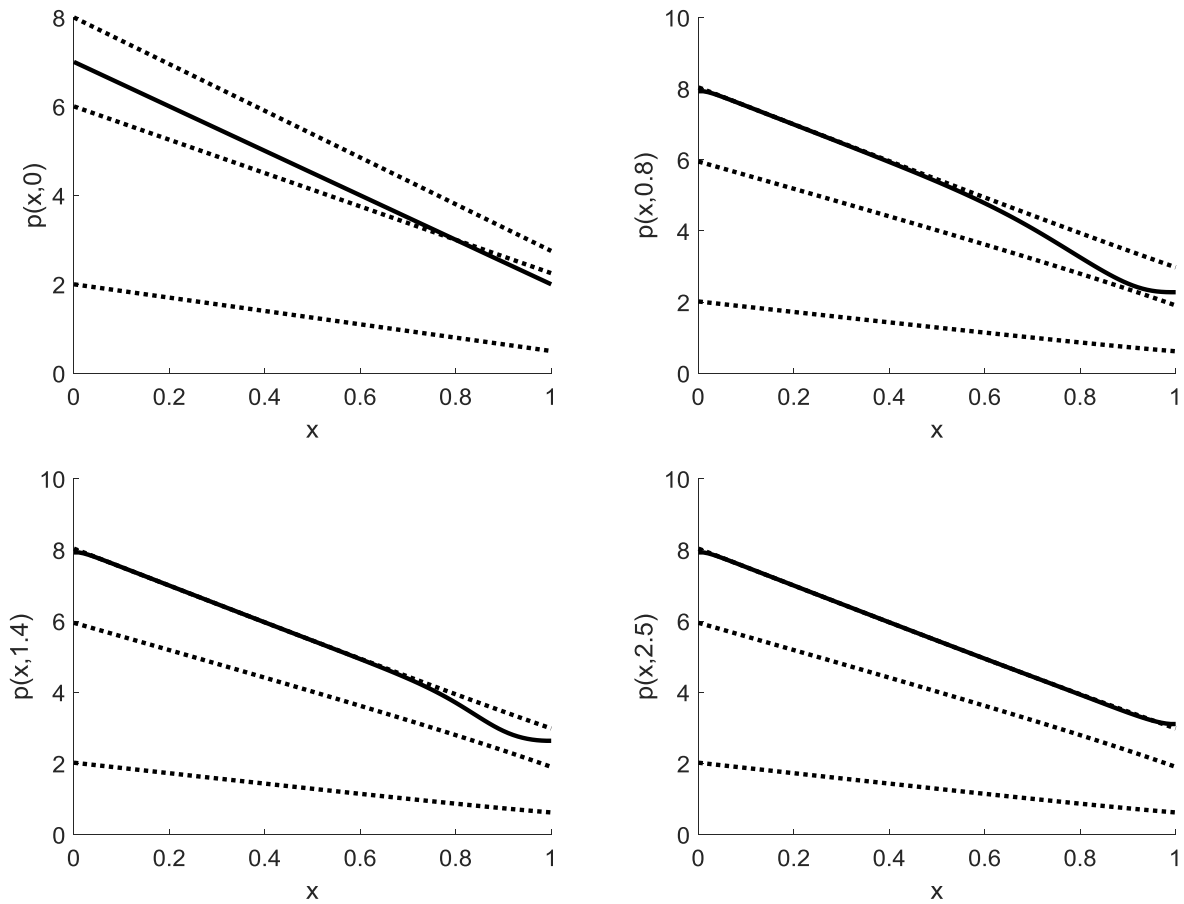


Рис. 2. Сплошная линия: функция  $p(x,t)$ , пунктирные линии: корни многочлена  $-k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y)$

### Сценарий 2

Для иллюстрации второго случая (установление парципаторного распределения власти) в качестве начального условия возьмём функцию  $p(x,0) = 5 - 5x$ . На рис. 3 и рис. 4 представлены результаты моделирования.

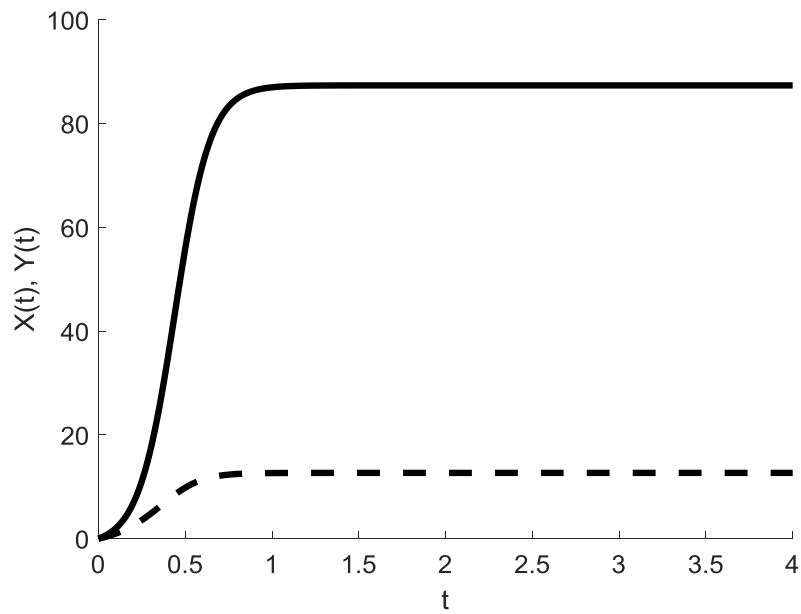


Рис. 3. Сплошная линия: число сторонников правящей партии, пунктирная линия: число сторонников оппозиции

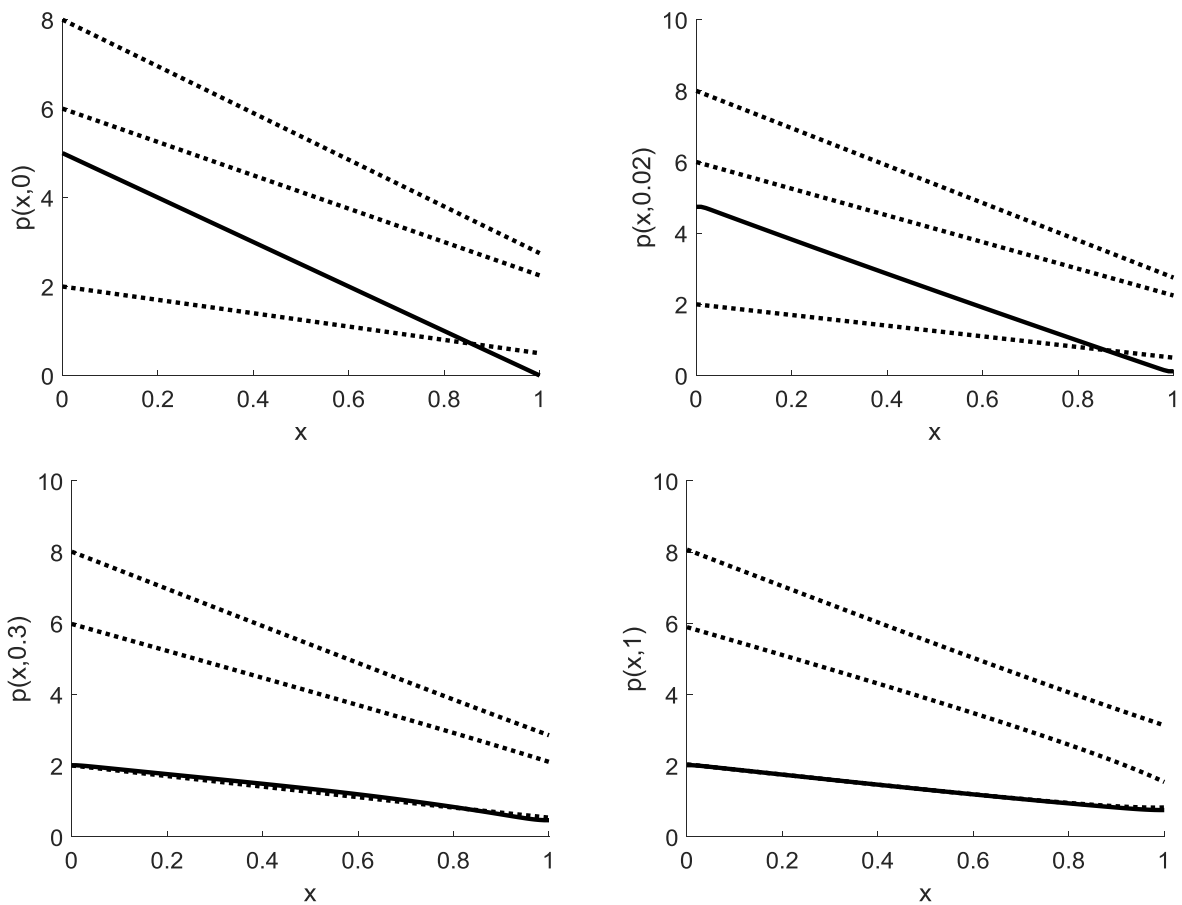


Рис. 4. Сплошная линия: функция  $p(x,t)$ , пунктирные линии: корни многочлена  $-k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y)$

### Сценарий 3

Если информационное противоборство достаточно сильно влияет на распределение власти, то в некоторый момент времени два корня многочлена  $-k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y)$  вырождаются, в итоге при любых начальных условиях имеет только одно устойчивое стационарное распределение власти. Если в информационном противоборстве побеждает правящая партия, то оставшийся корень соответствует распределению сильной руки, если побеждает оппозиция, то будет наблюдаться парципаторное распределение власти.

Рассмотрим случай, когда побеждает правящая партия (рис. 5). Возьмём следующие параметры и начальное распределение власти:  $\varepsilon = 0.05$ ;  $b_1 = 0.09$ ;  $b_2 = 0.1$ ;  $N = 100$ ;  $s = 2$ ;  $\alpha_1(P) = 0.02(10 + P)$ ;  $\alpha_2(P) = 0.02(10 - P)$ ;  $\phi_1(x) = 2 - 1.5x$ ;  $\phi_2(x) = 6 - 3.75x$ ;  $\phi_3(x) = 8 - 5.25x$ ,  $p(x, 0) = 4 - 4x$ . Результаты моделирования представлены на рис. 5, 6.

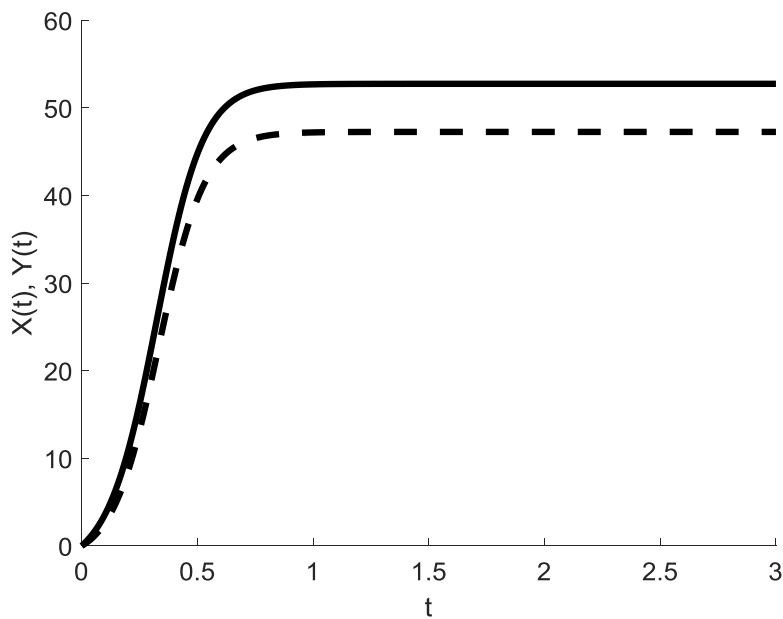


Рис. 5. Сплошная линия: число сторонников правящей партии, пунктирная линия: число сторонников оппозиции

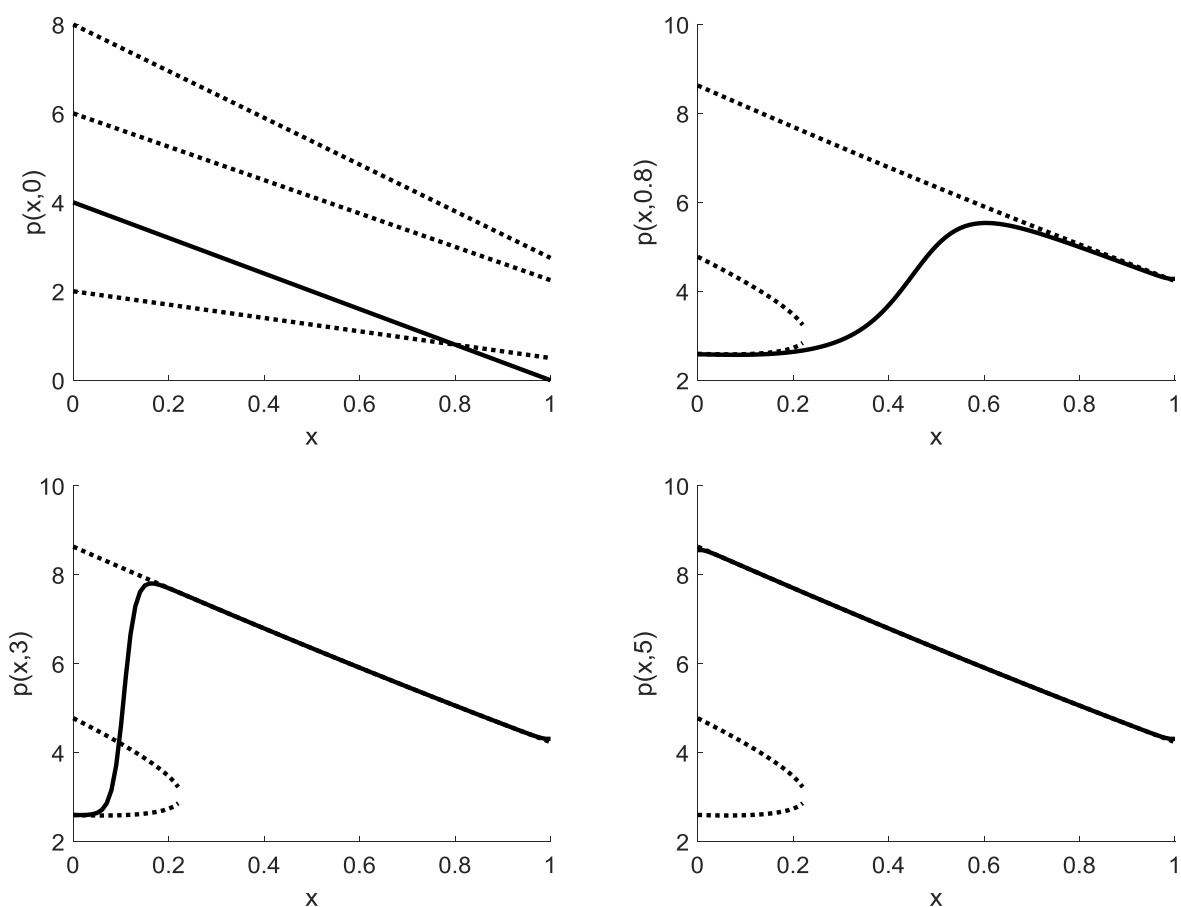


Рис. 6. Сплошная линия: функция  $p(x,t)$ , пунктирные линии: корни многочлена  $-k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y)$

Заметим, что в этом случае в некоторые моменты (например, при  $t = 0.8$ ,  $t = 3$ ) некоторая (не высшая) инстанция обладает максимальным по всей иерархии количеством полномочий. Это – случай конфедеративного распределения власти [11].

#### Сценарий 4

Рассмотрим случай, когда побеждает оппозиция (рис. 7). Возьмём следующие параметры и начальное распределение власти:  $\varepsilon = 0.05$ ;  $b_1 = 0.053$ ;  $b_2 = 0.1$ ;  $N = 100$ ;  $s = 1$ ;  $\alpha_1(P) = 0.02(4 + P)$ ;  $\alpha_2(P) = 0.02(4 - P)$ ;  $\phi_1(x) = 2 - 1.5x$ ;  $\phi_2(x) = 6 - 3.75x$ ;  $\phi_3(x) = 8 - 5.25x$ ,  $p(x,0) = 4 - 4x$ . Результаты моделирования представлены на рис. 7, 8.

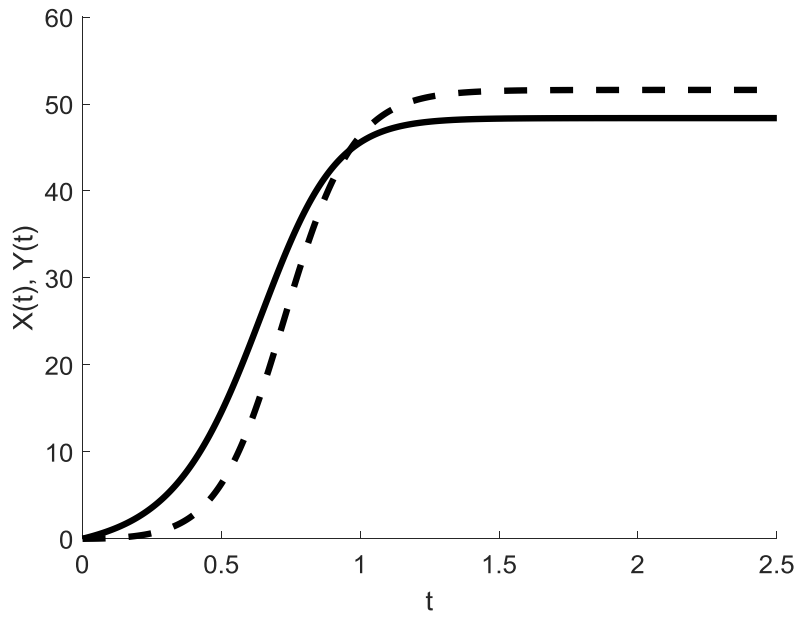
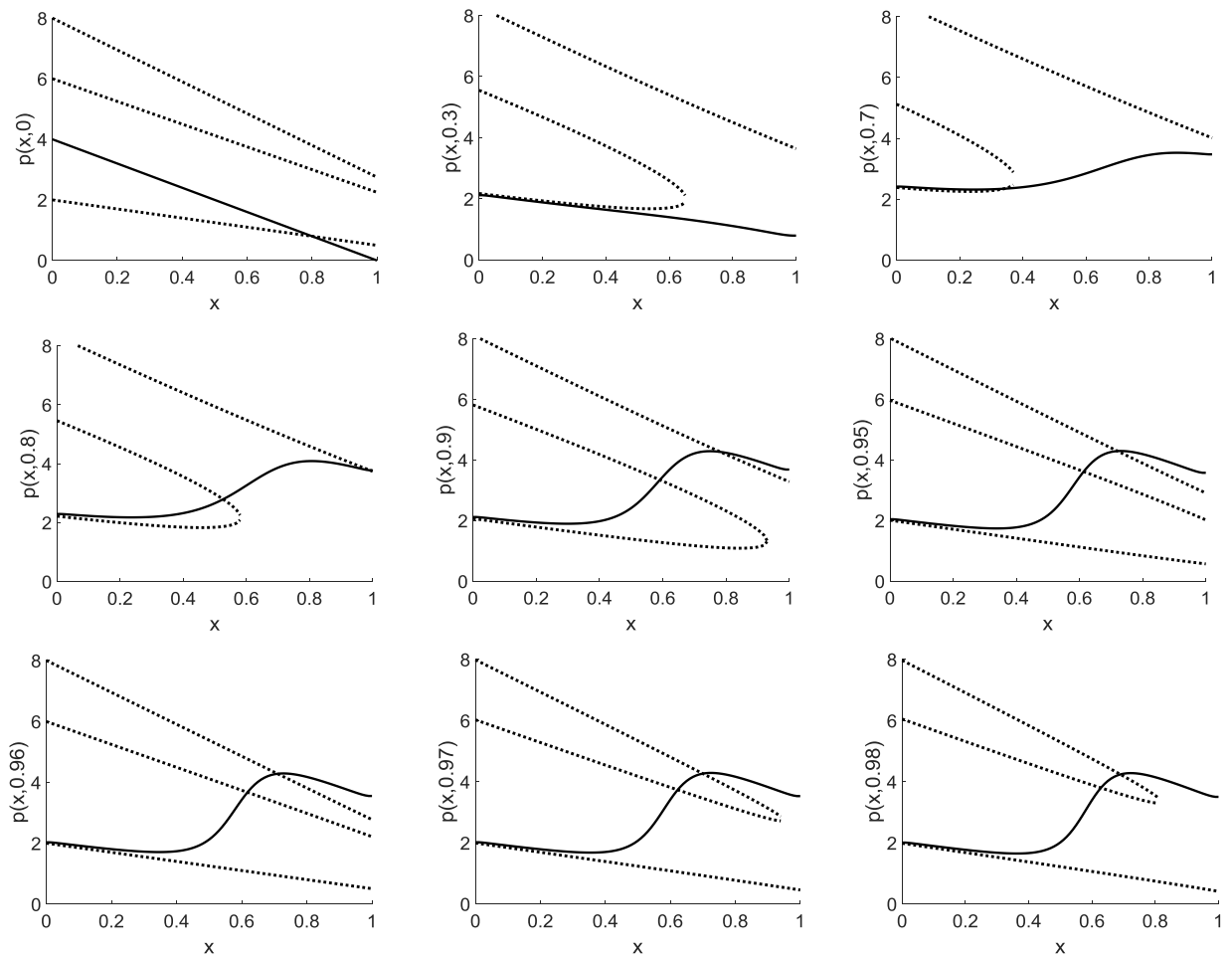


Рис. 7. Сплошная линия: число сторонников правящей партии, пунктирная линия: число сторонников оппозиции.



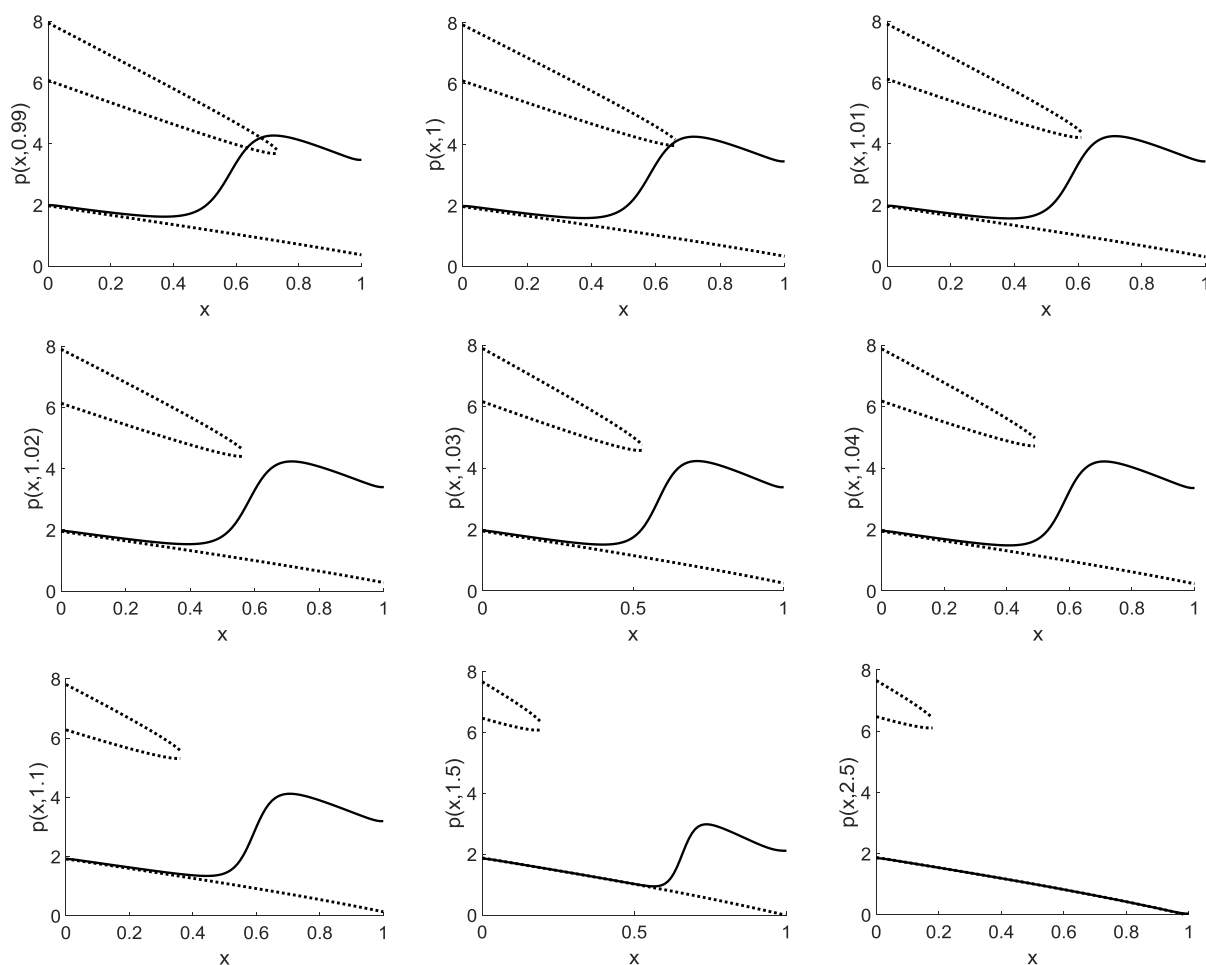


Рис. 8. Сплошная линия: функция  $p(x,t)$ , пунктирные линии: корни многочлена  $-k_1(x)(p - \phi_1(x))(p - \phi_2(x))(p - \phi_3(x)) + s(X - Y)$

В этом случае также возможно конфедеративное распределение власти. Это возможно в том случае, когда оппозиция обладает достаточно слабой пропагандой и вначале число сторонников правящей партии больше. Чем сильнее это преимущество (чем дальше точка пересечения графиков функций  $X(t)$  и  $Y(t)$  от начала координат), тем сильнее распределение власти притягивается к распределению сильной руки в те моменты, когда преимущество правящей партии в информационном противоборстве ещё сохраняется.

## Заключение

Была построена модель "Власть–Информация–Общество", объединяющая модель информационного противоборства и модель "Власть–Общество". Были рассмотрены различные сценарии. Установлено, что в случае малого влияния информационного противоборства на распределение власти в зависимости от начальных условий возможно установление как парципаторного распределения, так и распределения сильной руки. В случае сильного влияния

информационного противоборства вне зависимости от начальных условий возможно только одно стационарное распределение власти: распределение сильной руки в случае победы в информационном противоборстве правящей партии и парципаторное распределение в случае победы оппозиции. При этом в некоторые моменты возможно конфедеративное распределение власти, когда некоторая (не высшая) инстанция обладает максимальным по всей иерархии количеством полномочий.

## **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.

## **Список использованной литературы**

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. 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.
9. Губанов Д.А., Новиков Д.А., Чхартишвили А.Г. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства. – М. Физматлит. 2010. 228 с.
10. Михайлов А.П., Маревцева Н.А. Модели информационной борьбы // Математическое моделирование. 2011. Т. 23. № 10. С. 19–32.
11. Михайлов А.П. Математическое моделирование власти в иерархических структурах// Математическое моделирование. 1994. Т.6, №6. С. 108-138.

12. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. – М.: Физматлит. 2006. 320 с.

13. Дмитриев М.Г., Жукова Г.С., Петров А.П. Асимптотический анализ модели “Власть-Общество” для случая двух устойчивых распределений власти //Математическое моделирование. 2004. Т.16, № 5. С. 23-34.



## Оглавление

Введение .....	3
1. Модель "Власть–Общество" .....	3
2. Модель информационного противоборства .....	4
3. Модель "Власть–Информация–Общество" .....	5
4. Вычислительные эксперименты и некоторые сценарии противоборства.....	6
Заключение.....	13
Благодарности.....	14
Список использованной литературы.....	14