

# ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПРОТЕСТНЫХ КАМПАНИЙ: ПРОБЛЕМА ПРОТИВОРЕЧИВЫХ ДАННЫХ

Петров А.П.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, Москва, Россия

petrov.alexander.p@yandex.ru

*Аннотация. Математические модели содержат ряд параметров, значения которых определяются на основе эмпирических данных. Если моделируемый процесс – это социальное противостояние, то стороны публикуют различную информацию о значениях этих параметров. В работе рассматривается вопрос влияния этой неопределенности на результат моделирования.*

*Ключевые слова: математическое моделирование, эмпирические данные, политический протест, antecedentes.*

## Введение

При оцифровке математических моделей процессов противостояния – таких, как модели протестных кампаний – возникает проблема, связанная с тем, что различные стороны публикуют различающуюся информацию относительно количественных показателей. Так, в репортажах о боевых действиях каждая из сторон приуменьшает свои потери и преувеличивает потери противника, преувеличивает свои территориальные приобретения и приуменьшает сданные территории. Такое поведение соответствует положениям подхода SIMCA [1, 2], в соответствии с которым мотивация индивида в ситуации противостояния формируется через посредство трех antecedентов: гнева (либо чувства справедливости), веры в успех и идентичности. Соответственно, чтобы повысить веру в успех, сторона конфликта преувеличивает свои достижения и приуменьшает свои поражения.

Применительно к политическому протесту, оппозиция, как правило, преувеличивает явку на протестных мероприятиях, а власти приуменьшают. Кроме того, оппозиция преувеличивает масштаб суровость репрессий, чтобы вызвать гнев граждан; власть – приуменьшает.

Вышеуказанный подход SIMCA был разработан и эмпирически обоснован для конкретного типа противостояний, именно для политического протеста; при этом под мотивацией имелась в виду мотивация к участию в протесте. Исходно, имелось в виду офлайновое участие – например, в уличных акциях, однако позже подход был распространен на онлайн-формы участия, называемые иногда slackтивизмом (slacktivism, от английского slack, расслабленный, и по созвучию со словом activism, активизм) и иногда презрительно называемые в популярной прессе "диванным протестом". В то же время, ряд исследований показывает, что онлайн-активность является важной частью протеста – в частности, она может способствовать установлению сетевых связей между потенциальными уличными протестующими. Так или иначе, SIMCA применяется для анализа более широкого круга процессов противостояния, чем было задумано изначально. Потенциальная область применения подхода SIMCA может оказаться еще существенно шире.

Математическая модель, используемая в настоящей работе, основана на SIMCA, и содержит параметры, оценка которых требует данных, для которых стороны конфликта публикуют различные значения. Настоящая работа посвящена выяснению вопроса о том, в какой степени разногласия в данных могут повлиять на решение модели.

В плане моделирования, данная работа реализует макроподход, т.е. описание системы общим количеством протестующих. Он является довольно распространенным при моделировании социальных процессов (напр., [3-5]). В то же время, для описания более тонких эффектов, связанных с социальной структурой, более предпочтительны сетевые модели [6-10]. Одно из ограничений обоих подходов – то, что они не используют методы анализа текстов [11, 12], связанных с протестными событиями.

Далее, в п. 2, 3 рассматриваются эмпирические данные из двух кейсов, раздел 4 посвящен построению математической модели, раздел 5 – описанию численных экспериментов и результатов; раздел 6 является заключением.

## 1. Эмпирические данные: протестная активность ВО Свобода

На Рис. 1 представлены данные относительно явки на публичных акциях, проведенных с участием неонацистской организации «Всеукраинское объединение Свобода» в период с 25 февраля 2010 года (день вступления В.Ф. Януковича в должность Президента Украины) по 20 ноября 2013 года (последний день перед Евромайданом). Всего в данный период было проведено 64 таких акции, причем

относительно 38 из них удалось собрать данные как из источника, аффилированного с ВО Свобода, так и из независимого источника.

В качестве аффилированных источников рассматривались официальный сайт ВО Свобода и аккаунт партии на Facebook, имевший на конец рассматриваемого периода около 55 тыс. подписчиков. В качестве независимых источников рассматривались телеканал 112 Украина (покрывал около 75% территории Украины) и телеканал 1+1 (покрывал около 95% территории); более конкретно – официальные сайты и Фейсбук-аккаунты этих каналов.

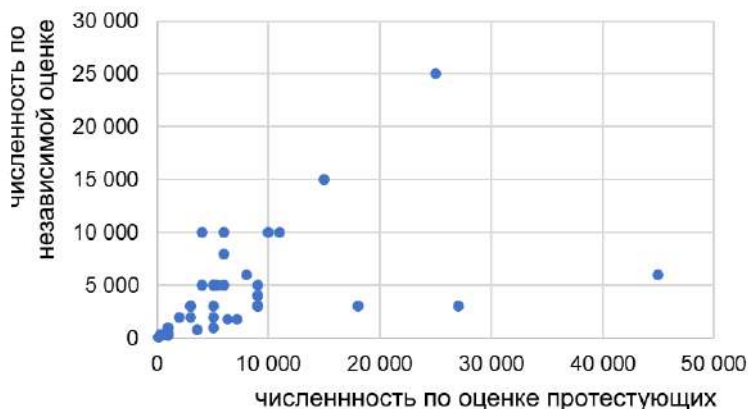


Рис. 1. Численность протестующих по оценке аффилированных с ними источников (абсцисса) и по оценке независимых источников (ордината)

Содержащиеся в источниках оценки численности зачастую являются вербальными: используются не числа, а такие описания, как "несколько тысяч", "многотысячный митинг" и т.д. Для оцифровки таких вербальных описаний мы приняли следующий алгоритм:

- описания вида "около 400", "около 200" оцифровываются как 400, 200;
- описания вида типа "до 5000" – оцифровываются путем вычитания 10%, т.е. 4500;
- описания вида оценки типа "свыше 5000", "более 5000" – оцифровываются путем прибавления 10%, т.е. 5500;
- описания вида "несколько сотен" или "несколько тысяч" оцифровываются, соответственно, как 300, 3000 и т.д.;
- описания вида "сотни" или "тысячи" оцифровываются, соответственно, как 400, 4000 и т.д.;
- описания вида "многотысячный" оцифровываются как 6000.

Тем самым, для каждого из 38 событий удалось получить цифровую оценку численности по двум источникам.

Результаты представлены на Рис. 1, где каждая точка соответствует протестному мероприятию (некоторые точки совпадают), а координаты соответствуют явке по данным аффилированного и независимого источника. График показывает наличие существенных различий между данными различных источников. При этом, большинство точек расположены ниже главной диагонали, т.е. аффилированные с протестующими источники публиковали более высокую оценку численности, чем независимые. Однако имеются 5 точек выше диагонали и 11 точек на диагонали, т.е. в пяти случаях оценка независимого источника оказывалась выше.

Возникает вопрос о том, в какой мере неопределенность в данных влияет на динамику математической модели.

## 2. Эмпирические данные: кампания 2020 года в Беларуси

В настоящем разделе рассматриваются эмпирические данные относительно количества задержаний участников протеста 2020 года в Беларуси. Были собраны данные относительно численности протестующих и количества задержанных относительно 35 временных интервалов. Данные о явке были представлены в виде Т-индекса, разработанного в работе [13]. Данные по всем протестным событиям, имеющим одно и то же значение Т-индекса, были агрегированы с помощью вычисления рангового среднего. В основе такого подхода лежит представление о том, что при оценке личного риска участи индивид учитывает все значения численности задержанных, но при этом придает больший вес более высоким значениям. Например, если он оценивает численность предстоящего митинга в 10 тыс. чел., и знает, что на двух предыдущих митингах такой численности было задержано, соответственно,

2 протестующих и 500 протестующих, то его предположение о численности протестующих на будущем митинге – это не среднее арифметическое  $(500 + 2)/2 = 251$ , а более высокое число. В случае прямого алгоритма в данном случае это число равно  $500 * 2/3 + 2 * 1/3 = 334$ .

Полученные таким образом результаты представлены на Рис. 2.

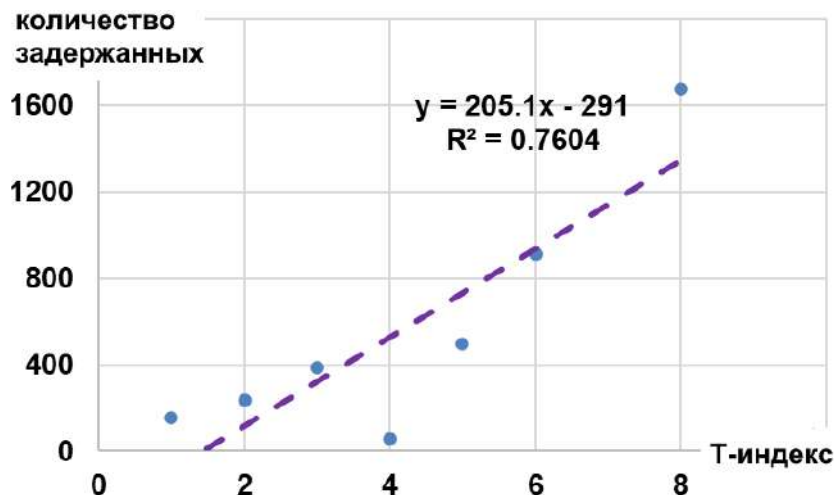


Рис. 2. Т-индекс (индекс явки) и среднеранговая численность задержанных

При сопоставлении результатов моделирования и эмпирических данных было получено, что значение Т-индекса, равное  $T=8$ , соответствует модельной явке  $P=0.8$  (в модели явка изменяется в пределах  $0 \leq P \leq 1$ ). Другими словами, эмпирический Т-индекс и модельная переменная  $P$  связаны соотношением  $P = 0.1T$ .

Чтобы интегрировать выявленные закономерности в математические модели протестной динамики, транслируем эти закономерности в форму, позволяющую учесть их в мотивации отдельного индивида. Обозначим через  $x$  явку, а через  $y$  – количество задержанных. Если эмпирическая закономерность имеет вид  $y = f(x)$ , то для конкретного индивида вероятность стать задержанным равна  $p_{detention} = y/x$  (здесь предполагается, что вероятность быть задержанным – одна и та же для всех индивидов). Учтя, что в рамках подхода "ожидание-ценность" мотив к неучастию вычисляется как произведение вероятности быть задержанным на суровость репрессий, в выбранных переменных, он принимает форму.

$$M_{inaction} = s \cdot \max\left(0; 1 - \frac{291}{2051P}\right).$$

График этой функции представлен на Рис. 3.

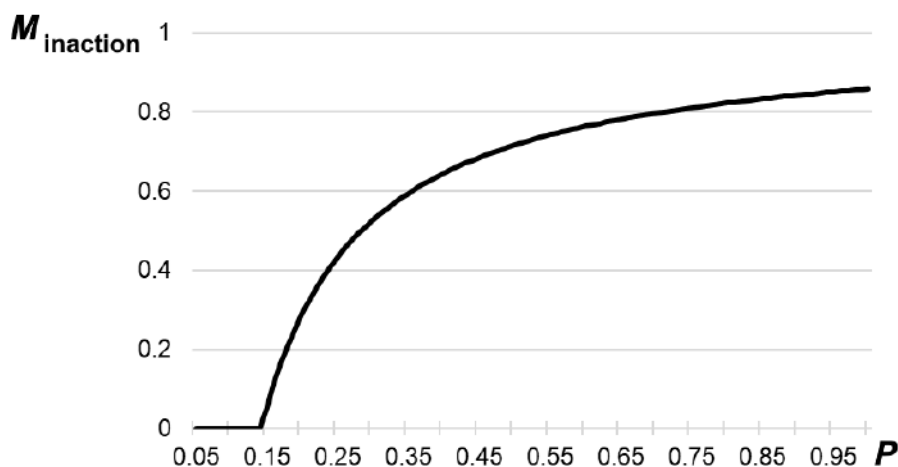


Рис. 3. Мотив к неучастию как функция явки: полученная эмпирическая зависимость

### 3. Модель

Моделируемый процесс – это протестная кампания, такая, как Евромайдан или попытка революции в 2020 году в Беларуси. Модель использует дискретное время; единицу времени для простоты будем называть днем.

Модель развивает подход SIMCA (Social Identity Model of Collective Action, [1]), в соответствии с которым мотив индивида к участию в акции формируется через посредство трех психологических antecedентов: гнева (или чувства справедливости), веры в успех и протестной идентичности индивида.

Вслед за работами [6, 7] положим, что гнев  $a(t)$  имеет две причины, имеющие равный вес: событие, послужившее триггером протеста (например, выборы национального масштаба) и репрессии в ходе самой кампании:

$$a(t) = \frac{a_0 + s(t)}{2}.$$

Здесь  $a_0$  – гнев ввиду события-триггера;  $s(t)$  – суровость репрессий;

$$0 \leq a_0 \leq 1; 0 \leq s(t) \leq 1.$$

Таким образом,  $0 \leq a \leq 1$ .

Вера в успех  $b$  является возрастающей функцией численности протестующих, в качестве конкретной спецификации примем

$$b(t) = \frac{\exp[k_{belief}(P(t)-P_0)]}{1 + \exp[k_{belief}(P(t)-P_0)]}.$$

Здесь  $P(t)$  – численность участников акции в день  $t$ . При этом,  $0 \leq P(t) \leq 1$ .

Протестную идентичность  $d$  положим постоянной;  $0 \leq d \leq 1$ .

Мотива к участию выражается через три указанных психологических antecedента:

$$M_{action}(t) = \frac{\sqrt{a(t)b(t)+d(t)}}{2}. \quad (1)$$

Коэффициенты здесь введены так, чтобы три antecedента учитывались в равной мере, и чтобы максимальное значение мотива было равно единице

Мотив к неучастию зависит от суровости репрессий:

$$M_{inaction}(t) = s \left( 1 - \frac{291}{2051P} \right). \quad (2)$$

Помимо мотивов, на решение индивида об участии в акции, влияет также его установка  $\varphi$ , которая выражает его долгосрочную предрасположенность к такого рода активности. Установка является постоянной во времени величиной, но отличается от индивида к индивиду. Положим, что распределение установки между индивидами является равномерным:

$$n(\varphi) = \begin{cases} 1, & -1 \leq \varphi \leq 0, \\ 0, & otherwise. \end{cases} \quad (3)$$

Принятие решения индивидом описывается следующим образом. В момент  $t$  индивид участвует в акции, если и только если

$$\varphi + \psi(t) > 0. \quad (4)$$

Здесь функция  $\psi(t)$  определяется мотивами к участию и к неучастию так, что

$$\frac{d\psi}{dt} = M_{action}(t) - M_{inaction}(t) - \psi(t). \quad (5)$$

В соответствии с (4), численность протестующих имеет вид

$$P(t) = \int_{-\psi(t)}^{\infty} n(\varphi) d\varphi \quad (6)$$

с учетом того, что распределение установок является равномерным, имеем

$$P(t) = \begin{cases} 0, & \psi(t) \leq 0, \\ \psi(t), & 0 \leq \psi(t) \leq 1. \\ 1, & \psi(t) \geq 1. \end{cases} \quad (7)$$

Таким образом, в области  $0 \leq \psi(t) \leq 1$  имеем:  $P(t) = \psi(t)$

$$\frac{d\psi}{dt} = \frac{1}{2} [\sqrt{a(t)b(P(t))} + d(t)] - s \left(1 - \frac{k}{P}\right). \quad (8)$$

В соответствии с эмпирическими данными (см. выше), в случае кампании 2020 года в Беларуси имеем  $k = 291/2051$ .

Начальное условие соответствует тому, что кампания начинается с некоторого положительного значения:

$$\psi(0) = P_0. \quad (9)$$

Если экзогенные показатели являются постоянными:

$$d(t) = d = const; \quad s(t) = s = const,$$

то уравнение (8) имеет стационарное решение. Оно удовлетворяет уравнению

$$f(P) = 0, \quad (10)$$

где

$$f(P) = \frac{1}{2} \left[ \sqrt{\frac{a_0+s}{2} \frac{\exp[k_{belief}(P(t)-P_0)]}{1+\exp[k_{belief}(P(t)-P_0)]} + d(t)} \right] - s \left(1 - \frac{k}{P}\right). \quad (11)$$

#### 4. Исследование стационарных решений модели

Неопределенность в данных означает, что значения параметры модели могут иметь существенную погрешность. Соответственно, возникает вопрос о том, в какой мере результаты моделирования устойчивы к изменениям параметров.

Было проведено численное исследование модели при различных значениях параметра  $k$ , полученного из эмпирических данных, описывающих зависимость количества задержанных от явки. Так, на левой панели Рис. 4 принято значение параметра, на 20% ниже, чем в реальных данных, на правой панели – на 20% выше. Другими словами, рассматривается ситуация, когда оппозиционные масс-медиа завышают количество задержанных в репортаже о каждом событии, а провластные масс-медиа – занижают на 20%.

При расчете модели с параметрами  $a_0 = 0,4; d = 0,2; s = 0,5; k_{belief} = 5; P_0 = 0,8$  получено, что соответствующие значения стационарной явки равны, соответственно, 0,175 и 0,275, а при расчете без искажения данных – 0,225.

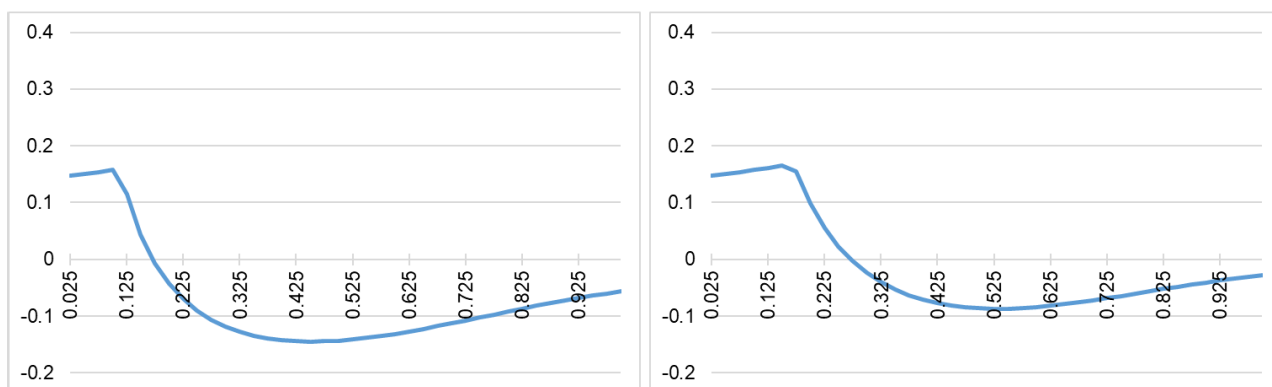


Рис. 4. Функция  $f(P)$  при значениях параметра  $k = 0,1135$  (слева) и  $k = 0,1703$  (справа)

#### 5. Заключение

Модель настоящей работы отличается от известных моделей динамики протестной явки (напр., [14, 15]) тем, что здесь принята иная, эмпирически обоснованная зависимость мотива к участию от протестной явки. Для данной модели результаты показывают, что систематическое завышение или занижение данных о количестве задержанных на 20% приводит при данных значениях остальных параметров к изменению в мотивации, приводящему к изменению стационарной явки в ту или иную сторону на 22%. При экспериментах с другими значениями параметров также получено, изменение

результата, выраженное в процентах, имеет тот же порядок, искажение данных, вызывающее это изменение результата.

## Литература

1. *Van Zomeren M., Postmes T., Spears R.* Toward an Integrative Social Identity Model of Collective Action: A Quantitative Research Synthesis of Three Socio-Psychological Perspectives // *Psychological Bulletin*. – 2008. – Vol. 134, № 4. – P. 504–535. DOI: 10.1037/0033-2909.134.4.504.
2. *Ayanian A., Tausch N.* How risk perception shapes collective action intentions in repressive contexts: A study of Egyptian activists during the 2013 post-coup uprising // *British journal of social psychology*. – 2016. – Vol. 55, № 4. – P. 700–721. DOI: 10.1111/bjso.12164.
3. *Петров А.П.Ч., Прончев Г.Б.* Динамическая модель дискуссии пользователей новостных онлайн-массмедиа // *Социология: методология, методы, математическое моделирование (Социология:4М)*. – 2023. – № 54–55. – С. 104–128. DOI: 10.19181/4m.2022.31.1-2.4 EDN: YHLCME.
4. *Proncheva O.* A model of propaganda battle with individuals' opinions on topics saliency // 2020 13th International Conference "Management of large-scale system development"(MLSD). – IEEE, 2020. – P. 1–4.
5. *Podlipskaia O.* Determining Effective Strategies For Information Warfare in Consolidated and Polarized Populations // 2022 15th International Conference Management of large-scale system development (MLSD), Moscow, Russian Federation – 2022 – P. 1–5. DOI: 10.1109/MLSD55143.2022.9934658.
6. *Chkhartishvili A.G., Gubanov D.A.* On the Concept of an Informational Community in a Social Network. // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2021. – Vol. 1864, № 1. – P. 012052.
7. *Kozitsin I.V.* Formal models of opinion formation and their application to real data: evidence from online social networks // *The Journal of Mathematical Sociology*. – 2022. – Vol. 46, № 2. – P. 120–147.
8. *Kozitsin I.V.* A general framework to link theory and empirics in opinion formation models // *Scientific reports*. – 2022. – Vol. 12. – P. 5543.
9. *Жеглов С.А.* Поиск паттернов в динамике протестных кампаний: вычислительное моделирование и эмпирический анализ // *Социология: методология, методы, математическое моделирование (Социология:4М)*. – 2023. – № 54–55. – С. 129–187. DOI: 10.19181/4m.2022.31.1-2.5. EDN: ZHVBDI.
10. *Chkhartishvili A.G., Gubanov D.A., Novikov D.A.* Social Networks: Models of information influence, control and confrontation. – Cham, Switzerland: Springer International Publishing, 2019. – 158 p. DOI: 10.1007/978-3-030-05429-8.
11. *Akhtyamova L., Alexandrov M., Cardiff J., Koshulko O.* Opinion Mining on Small and Noisy Samples of Health-related Texts // *Advances in Intelligent Systems and Computing III (Proc. of CSIT-2018)*. – Springer, AISC, 2019. – Vol. 871. – P. 1–12.
12. *Boldyreva A., Sobolevskiy O., Alexandrov M., Danilova V.* Creating collections of descriptors of events and processes based on Internet queries // *Proc. of 14-th Mexican Intern. Conf. on Artif. Intell. (MICAI-2016)*. – Springer Cham. LNAI, 2016. – Vol. 10061. – P. 303–314.
13. *Ахременко А.С., Петров А.П.* Гнев, идентичность или вера в успех? Динамика мотивации и участия в белорусских протестах 2020 года. – *Полис. Политические исследования*. – 2023. – № 2. – С. 138–153. DOI: 10.17976/jpps/2023.02.10. EDN: WFAEBT.
14. *Petrov A., Akhremenko A., & Zhiglov S.* Dual Identity in Repressive Contexts: An Agent-Based Model of Protest Dynamics. *Social Science Computer Review*, online first, 2023. DOI: 10.1177/08944393231159953.
15. *Epstein J.M.* Modeling Civil Violence: An Agent-based Computational Approach // *PNAS*. – 2002. – Vol. 99, № 3. – P. 7243–7250. DOI: 10.1073/pnas.092080199.