

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ «ПРОТЕСТ – РЕПРЕССИИ» В ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ¹

Ахременко А.С.

*(Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики», Москва),*

Петров А.П.

*(Институт прикладной математики РАН, Москва)
aakhremenko@hse.ru, petrov.alexander.p@yandex.ru*

Несмотря на значительный рост интереса к проблеме связи между государственными репрессиями и публичным протестом, полученные различными исследователями результаты очень противоречивы. Мы полагаем, что существенное продвижение в теме требует анализа публичного протеста и государственных репрессий как взаимосвязанных процессов, развивающихся во времени. В этой работе мы представляем математическую модель, в которой и динамика численности протестующих, и динамика уровня репрессий являются эндогенными процессами. Численный эксперимент над моделью показывает, что «несимметричное» применение репрессий против протестующих не только увеличивает их число в среднем, но и порождает значительную неопределенность относительно последствий применения репрессий в каждом конкретном случае.

Ключевые слова: политический протест, репрессии, политическое насилие, математическая модель, динамическая система.

¹ *Исследование поддержано РФФИ, проект 18-011-01134 «Динамика развития политической нестабильности: построение теоретической модели и ее эмпирическое тестирование»*

1. Введение

В истории, в том числе последнего десятилетия, зафиксировано множество попыток репрессивного подавления государствами публичных акций протеста граждан. Следующие за этим траектории развития событий, однако, радикально различаются. В одних случаях власти удавалось успешно «погасить» протест, в других имела место эскалация взаимного насилия, подчас завершавшегося революционной сменой власти. Несмотря на неоднократные попытки эмпирически и теоретически исследовать влияние репрессий на интенсивность протеста, а также обратное влияние, полученные результаты крайне противоречивы. Нет однозначного ответа на вопрос: в каких условиях репрессии снижают протестную активность, а в каких стимулируют дальнейшее сопротивление?

Однако отмеченные выше особенности области исследования имеют и обратную сторону. Во-первых, почти нет моделей и теорий, позволяющих каким-то образом синтезировать все многообразие, «навести мосты» между отдельными подходами. В итоге «окучиваются отдельные грядки», что обедняет совокупный научный результат. Во-вторых, не выработано общих подходов к агрегированию эмпирических данных, что часто приводит к получению противоположных результатов даже для одних и тех же переменных, взятых в разных пространственном/временном разрезах. В-третьих, переход от формулирования теоретических гипотез к методам их проверки часто произволен, - в силу отсутствия «посредника» между этими двумя уровнями в виде адекватной формальной модели. Как следствие, полученные различными группами исследователей результаты очень противоречивы.

Мы полагаем, что существенное продвижение в теме требует анализа публичного протеста и государственных репрессий как взаимосвязанных процессов, развивающихся во времени. Для этого необходимо построить теоретическую модель, в математический дизайн которой будет изначально заложена такая динамическая взаимосвязь.

Подавляющее большинство имеющихся работ по теме исследования рассматривает публичный протест и репрессии в терминах зависимой и независимой переменных. Таким образом, анализируется либо влияние протеста на репрессии, либо влияние репрессий на протесты, без учета динамических взаимосвязей между ними [2, 4, 9].

Однако на сегодняшний день работы, адресно рассматривающие репрессии и протест в их динамической взаимосвязи, крайне немногочисленны. В некоторых случаях такой подход проявляется на сугубо эмпирическом уровне, когда авторы используют векторную авторегрессию [3] или системы одновременных уравнений [6] для анализа данных. Но никакой теоретической формальной модели за такими расчетами не стоит. Более фундированные попытки построения динамических моделей гражданского насилия имеются в агентно-ориентированном (agent-based) моделировании [5]. Но они рассматривают протестную динамику в целом, а не связь между репрессиями и протестом. Наиболее удачной попыткой следует, видимо, признать динамическую сетевую модель [10], но ее фокус не в столько в динамическом взаимодействии власти и оппозиции, сколько в сетевых структурах.

Системно-динамические модели взаимовлияния репрессий и протеста единичны. Насколько нам известно, на основе дифференциальных уравнений этот конкретный процесс моделируется только в [7]; но эта модель страдает крайними упрощениями.

Таким образом, в литературе, по существу, отсутствуют серьезные попытки построить математическую модель взаимной динамики репрессий и протеста, позволяющую включать в анализ широкий набор содержательных факторов.

В данной работе будет показано построение динамической математической модели, ориентированной на заполнение обозначенных выше лакун. Далее будут продемонстрированы результаты численного эксперимента, полученные с помощью построенной модели. Рассматривая динамическую обратную связь между протестом и репрессиями, мы покажем, что «несимметричное» применение репрессий против протестующих не только

увеличивает их число в среднем, но и порождает большую неопределенность относительно последствий применения репрессий в каждом конкретном случае.

2. Построение модели

Модель представляет собой динамическую систему, при проведении вычислительного эксперимента используются элементы дизайна, характерного для мультиагентного (multi agent, agent-based) моделирования.

Рассматриваемый процесс – это многодневная протестная акция, подобная, например, Евромайдану в Киеве с 21 ноября 2013 года по 2 февраля 2014 года, (Вторая) Жасминовая революция в Тунисе 24 декабря 2010 года — 14 января 2011 года и т.д. Основная переменная модели – это численность индивидов, $P(t)$ (для определенности, измеряемая в тысячах человек), принимающих участие в протесте; здесь t – это дискретная переменная, имеющая смысл времени в днях. Через $s(t) = [0, 1]$ обозначим «суровость» репрессий (большим значениям s соответствуют более суровые репрессивные меры).

Относительно вероятности q конкретного участника протестной акции пострадать от репрессий примем, что чем больше количество протестующих, тем меньше эта вероятность. При проведении численных экспериментов будем конкретизировать данное положение зависимостью вида: $q(P) = e^{-P}$. Так, при малом числе участников (например, 50 человек) вероятность «попасть под репрессии» очень высока: $q(0.05) = e^{-0.05} = 0.95$, при численности в 6 тыс. чел. вероятность равна $q(6) = e^{-6} = 0.0025$.

Нетто-риск конкретного индивида (net risk, по терминологии [5]) учитывает как суровость репрессий, так и вероятность подвергнуться репрессиям; для численного исследования модели положим для этой переменной: $\omega(s, q) = 1 - \exp(-100sq)$. Данная спецификация предполагает, что (а) «мягкие» репрессии могут послужить сильным мотивом к неучастию в протесте, если

вероятность пострадать от них очень высока, (б) даже небольшая вероятность попасть под репрессии является сильным мотивом к неучастию, если репрессии достаточно суровы. Например, нетто-риск равен 0.95 при $s = 0.1$ и $q = 0.3$.

Перейдем к описанию психологических antecedентов принятия решения индивидом, именно, рассмотрим гнев, веру в способность добиться поставленной цели данным способом и данной политической группой, идентификацию участника с протестным движением [1].

Обозначим через a гнев (anger), вызванный двумя типами причин. Первый тип – это непосредственно те причины, что привели к протесту (фальсификация выборов, отказ от евроинтеграции, долгосрочные причины любого характера – исторические расколы, неудовлетворительное экономическое положение т.д.); соответствующую компоненту гнева будем считать постоянной на протяжении данного многодневного протеста: $a_0 = const$. Второй тип – связан с репрессиями (либо другими действиями властей) в ходе протеста; соответствующая компонента гнева является, вообще говоря, переменной во времени величиной. Заметим, что здесь мы считаем важными сам факт и суровость репрессий, а не вероятность пострадать от них. Для определенности положим $a_1 = s$, а общий гнев будем считать сумме казанных двух компонент с равными весами: $a = (a_0 + s) / 2$, $0 \leq a \leq 1$.

Вера индивида в способность добиться поставленной цели данным способом и данной политической группой (group efficacy belief) зависит от текущей численности протестующих; обозначим ее через b и примем:

$$(1) \quad b(P) = \exp(\mu(P - P_0)) / [1 + \exp(\mu(P - P_0))]$$

Параметр P_0 имеет следующий смысл: при $P = P_0$ индивиды оценивают шансы на «победу революции» как 50%. Для численных экспериментов примем $P_0 = 100$, $\mu = 0.01$. При таких значениях имеем, что при 50 тыс. участников, их вера в успех протеста равна примерно 39%, при 400 тыс – 95%.

Уровень идентификация участника с протестным движением (identification with the movement) обозначим через d ; в теории эта величина зависит от s , но мы пока положим ее постоянной в течение самого восстания. Примем, $d = 0.5$

Для мотива индивида к участию положим:

$$(2) \quad M_{ac}(t+1) = 0.5a(t)b(t)(1+d(t)),$$

так что $0 \leq M_{ac} \leq 1$. Имеем тогда

$$(3) \quad M_{ac}(t+1) = 0.375(a_0 + s(t)) \frac{\exp(0.01P(t)-1)}{1 + \exp(0.01P(t)-1)}$$

Мотив к неучастию положим равным нетто-рisku (таким образом, риск принимается здесь единственным фактором, мотивирующим к неучастию):

$$(4) \quad M_{ia}(t+1) = \omega(s(t), q(P(t)))$$

Общий мотив представляет собой разность мотива к участию и мотива к неучастию:

$$(5) \quad \psi(t) = M_{ac}(t) - M_{ia}(t)$$

В соответствии с нейрологической моделью принятия решений [8], латентная позиция $\lambda(t)$ индивида по вопросу об участии в протесте складывается из двух компонент: установки на участие φ и динамической компоненты $\psi(t)$:

$$\lambda(t) = \varphi + \psi(t)$$

Латентная позиция проявляется в манифестируемой позиции p , принимающей два значения: если $\lambda(t) \leq 0$, то $p = 0$ (данный индивид не участвует в протесте); если $\lambda(t) > 0$, то $p = 1$ (участвует). Таким образом, общее количество протестующих имеет вид

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

Для определения начального условия положим, что в начальный момент времени $t = 0$ еще нет ни участников, ни репрессий, т.е. $P(0) = s(0) = 0$.

Суровость репрессий $s(t)$ положим возрастающей функцией численности участников протеста в предыдущий день. Для целей вычислительного эксперимента примем конкретизацию

$$(7) \quad s(t) = \left[1 + \exp(-kP(t-1) + b) \right]^{-1}$$

В данной работе особе значение имеет параметр k , характеризующий меру «асимметричности» репрессивного ответа властей на протесты. Малые значения k означают, что нужно довольно большое количество протестующих, чтобы начались репрессии. Другими словами, если в двух ситуациях сравнительно небольшое различие в количестве протестующих, то и различие в суровости репрессий малое. При больших k власть использует репрессии даже при малом числе протестующих (другими словами: при больших k , если в двух ситуациях сравнительно небольшое различие в количестве протестующих, то различие в суровости репрессий может быть значительным).

3. Численный эксперимент

Будем рассматривать популяцию из 100 «индивидов» (можно представить, что каждый из них репрезентирует тысячу «настоящих» индивидов), в той или иной мере склонных к участию в многодневном протесте, и гетерогенных по установке $\varphi = [0, -1]$. Модель инициализируется случайными значениями установки, распределенными по равномерному закону. Таким образом, здесь мы используем простейшую версию метода Монте-Карло.

Ключевым экспериментальным параметром является параметр «асимметричности репрессивного ответа» k . Его значение меняется по правилу $k = [0, 0,1 \dots 1]$. Довольно «грубый» шаг в одну десятую используется на этапе предварительного тестирования для понимания общих, качественных характеристик поведения модели. Для каждого значения k рассчитывается 1000

симуляций модели. Длина каждой симуляции – 100 моментов времени (равновесные количество протестующих и уровень репрессий устанавливается в пределах 20 моментов времени).

Итак, последовательность событий (sequence of events) в модели выглядит следующим образом. Для каждого индивида фиксируется случайное значение установки φ . В начальный момент времени протестующих нет, насилия против них, очевидно, тоже нет ($P(0) = s(0) = 0$). «Каждое утро» рассчитывается общий для системы баланс мотивов $\psi(t)$, индивиды складывают с ним свое значение установки и принимают решение о «сегодняшнем» участии или неучастии в протесте. Те из них, для кого значение критерия оказалось больше нуля, принимают участие в протесте – демонстрируют манифестируемую позицию $p = 1$. Эти позиции складываются и в сумме дают общее число протестующих $P(t)$, доступное для наблюдения всем индивидам (они учитывают это значение в своих расчетах следующим утром). Власти, в свою очередь, осуществляют против протестующих репрессии определенной интенсивности в соответствии с формулой (7). Так длится до $t = 100$. По итогам каждой реализации эксперимента фиксируются максимум и среднее значение как для числа протестующих, так для уровня репрессий.

Прежде всего, рассмотрим, как меняется собственно уровень репрессий в зависимости от параметра k , т.е. от «чувствительности» власти к протесту. Для наглядности покажем средние максимумов репрессий S , зафиксированных в каждой из 1000 реализаций эксперимента для $k = 0.1, 0.2, \dots, 1$. При $k \approx [0, 0.2]$ мы наблюдаем очень медленный рост (рис. 1), который сменяется резким подъемом на отрезке $k \approx [0.2, 0.4]$, на котором суровость репрессий увеличивается почти на порядок до примерно 0.8, и далее медленно растет почти до максимума.

Обратная связь – влияние «асимметричности репрессивного ответа» на протестную динамику выражается, с одной стороны, в изменении среднего числа протестующих с другой – в изменении распределений этой величины. Так, с усилением «чувствительности» власти к протесту мы фиксируем не снижение, как можно было бы наивно предположить, а рост протестной активности

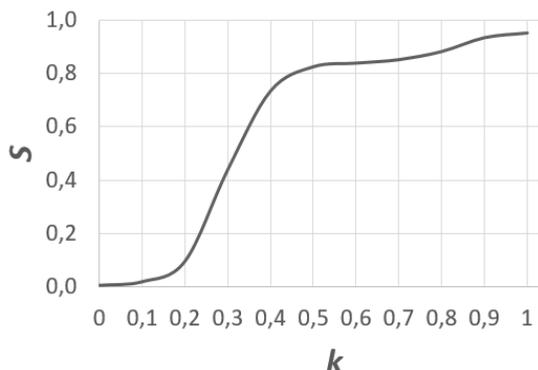


Рис. 1 Зависимость уровня репрессий от k

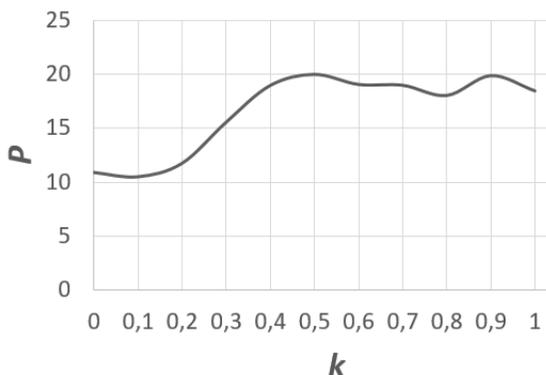


Рис. 2 Зависимость среднего числа протестующих от k.

(рис. 2, таблица 1) на том же самом отрезке $k \approx [0,2, 0,4]$. Здесь среднее число протестующих увеличивается примерно в два раза, а затем стабилизируется.

Однако еще более интересным является изменение в распределении средней численности протестующих по мере роста асимметрии репрессивного ответа власти. При отсутствии репрессий ($k = 0$) и, в чуть меньшей степени, при «пропорциональности» репрессий протесту ($k = 0,1, 0,2$) среднее число протестующих имеет распределение, очень близкое к нормальному, со средним

в диапазоне от 10 до 12. На отрезке $k \approx [0.2, 0.4]$, соответствующем резкому росту «асимметричности» репрессивного ответа, происходит очень заметное расслоение распределения (рис. 3).

Таблица 1. Результаты численного эксперимента

k	$P(\text{сред-нее})$	$P(\text{max})$	$S(\text{сред-нее})$	$S(\text{max})$
0	10,91	10,96	0,01	0,01
0,1	10,50	10,56	0,02	0,02
0,2	11,75	11,93	0,09	0,10
0,3	15,57	16,15	0,41	0,44
0,4	18,99	20,01	0,69	0,73
0,5	20,02	21,16	0,78	0,82
0,6	19,09	20,73	0,77	0,84
0,7	19,01	20,82	0,75	0,85
0,8	18,06	20,16	0,72	0,88
0,9	19,90	21,73	0,77	0,93
1	18,49	20,44	0,75	0,95

Фактически, при постепенном увеличении параметра k имеет место следующая ситуация (см рис. 3, на котором по оси ординат отложено количество реализаций эксперимента, имеющих данный исход). Для сравнительно малых k реализуется сценарий умеренного протеста. При увеличении k становятся возможными три сценария: подавленный протест, умеренный протест и интенсивный протест. При этом масса компоненты, соответствующей умеренному протесту, зримо снижается даже при переходе от $k = 0.3$ к $k = 0.4$. При более высоких k эта компонента исчезает полностью, и распределение становится строго двугорбым: подавленный протест и интенсивный протест.

Этот результат свидетельствует о следующем.

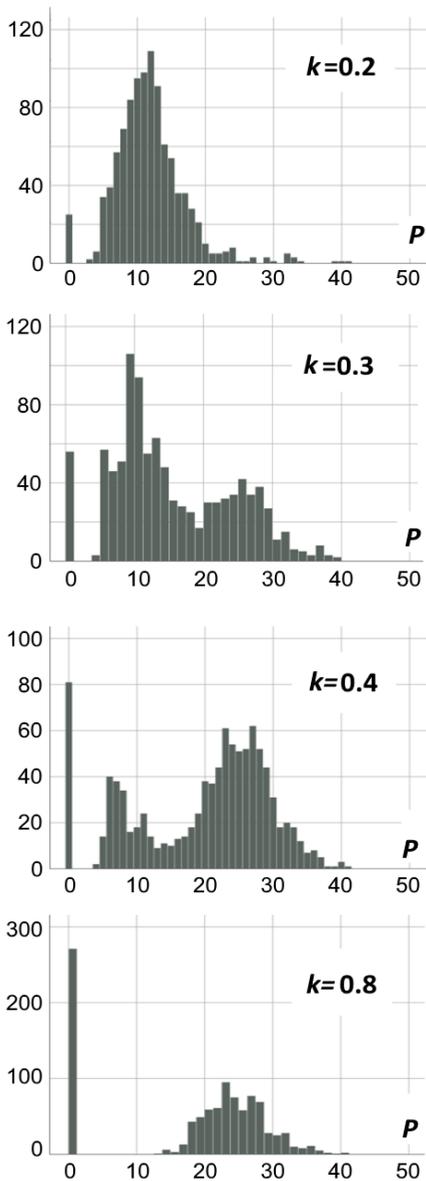


Рис. 3 Распределение численности протестующих.

Если власть применяет репрессии осторожным образом (малые k), то их последствия являются более-менее точно прогнозируемыми. Неопределенность относительно распределения установки, которая и является источником случайной вариации в эксперименте, не является препятствием прогнозированию, так как приводит к сравнительно небольшой неопределенности относительно результата протеста.

Если же власть «нервно» реагирует на протест (высокие значения k), то результат становится непредсказуемым. Именно, протест будет либо подавлен, либо станет очень сильным. Эти два содержательно противоположных сценария возникают в довольно близких ситуациях, имеющих лишь небольшие различия в распределении установки. При этом измерить распределение установки с высокой точностью в реальной жизни вряд ли возможно.

Исследование поддержано РФФИ, проект 18-011-01134 «Динамика развития политической нестабильности: построение теоретической модели и ее эмпирическое тестирование».

Литература

1. 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. Vol. 55(4). 2016. P. 700 – 721.
2. BUENO DE MESQUITA B., DOWNS G., SMITH A., CHERIF F. *Thinking inside the box: a closer look at democracy and human rights* // International Studies Quarterly. Vol. 49(3). 2005. P. 439 – 457
3. CAREY S. *The dynamic relationship between protest and repression* // Political Research Quarterly. Vol. 59(1). 2006. P. 1 – 11.
4. DAVENPORT C. *State repression and political order* // Annual Review of Political Science. Vol. 10. 2007. P. 1–23
5. EPSTEIN J. *Modeling civil violence: An agent-based computational approach* // PNAS. Vol. 99. 2002. P. 7243 – 7250.

6. HULTQUIST P. *Is collective repression an effective counterinsurgency technique? Unpacking the cyclical relationship between repression and civil conflict* // Conflict Management and Peace Science. Vol. 34(5). 2017. P. 507 – 525.
7. LANG J., DE STERCK H. *The Arab Spring: A simple compartmental model for the dynamics of a revolution* // Mathematical Social Sciences. **Vol. 69**. 2014. P. 12 – 21.
8. PETROV A., PRONCHEVA O. *Modeling Propaganda Battle: Decision-Making, Homophily, and Echo Chambers* // Artificial Intelligence and Natural Language. Communications in Computer and Information Science, vol 930. 2018. P. 197-209.
9. REGAN P, HENDERSON E. *Democracy, threats and political repression in developing countries: Are democracies internally less violent?* // Third World Quarterly. Vol. 23(1). 2002. P. 119 – 136.
10. SIEGEL D. *When does repression work? Collective action and social networks* // Journal of Politics. Vol. 73(4). 2011. P. 993 – 1010.