

ПРОТЕСТЫ НА УЛИЦАХ И В СЕТЯХ: НОВЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ МЕТОДЫ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ САМООРГАНИЗОВАННОЙ КРИТИЧНОСТИ

Н.С. Барабаш, нач. отд. ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ, канд. филол. наук, nsb@extech.ru

Д.С. Жуков, доц. каф. Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, канд. истор. наук, ineternatum@mail.ru

К.С. Кунавин, ст. преп. каф. Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, канд. истор. наук, ineternatum@mail.ru

С.К. Лямин, доц. каф. Тамбовского государственного университета им. Г.Р. Державина, канд. истор. наук, laomin@mail.ru

В статье представлены новые методы изучения сетевой протестной активности, основанные на идеях и инструментарии теории самоорганизованной критичности (СОК). Причины спонтанной, взрывообразной социальной активности в рамках современных протестных движений – как в социальных медиа, так и на улицах городов – можно, в значительной мере, разъяснить посредством теории СОК.

Авторы реконструировали протестный сетевой кластер и идентифицировали розовый шум – атрибут СОК – в Интернет-активности некоторых сообществ, которые его составляют. Объект исследования – связанная совокупность сообществ ВКонтакте, которая обеспечивала информационную и организационную поддержку выступлениям против пророссийского правительства в Армении в ходе Энергомайдана. Хронологические рамки исследования: 31.09.2014–31.09.2015.

Изученный протестный сетевой кластер, функционируя в течение некоторых периодов в режиме СОК, оказался способен генерировать информационные лавины – быстротечные и масштабные всплески создания, передачи и размножения информации. Представлены факты, которые поддерживают гипотезу о том, что возникновение СОК в сетях связано с массовыми, в том числе насильственными, акциями на улицах.

Ключевые слова: протестные акции, цветные революции, самоорганизованная критичность, розовый шум, Энергомайдан.

STREET AND SOCIAL NETWORKS PROTEST MOVEMENTS. THE NEW RESEARCH METHODS BASED ON THE SELF-ORGANIZED CRITICALITY (SOC) THEORY

N.S. Barabash, Head of Department, SRI FRCEC, Doctor of Philology, nsb@extech.ru

D.S. Zhukov, Associate Professor of Department, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Doctor of Historical Sciences, ineternatum@mail.ru

K.S. Kunavin, Senior Lecturer, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Doctor of Historical Sciences, ineternatum@mail.ru

S.K. Lyamin, Docent, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Doctor of Historical Sciences, laomin@mail.ru

This article reviews the new methods of the network protest activity studying which are based on the ideas of the self-organized criticality (SOC) theory. The reason of such spontaneous social activity of the contemporary protest movements as in social media as on the streets could be explained by the SOC theory.

The authors redesign the protest network cluster and identify the pink noise in the Internet activity of some social communities. The analyzed object is the whole of VKontakte communities,

which provide informational and organizational support for the appearance against pro-Russian government in Armenia during EnergoMaidan. The chronology is 31.09.2014 to 31.09.2015.

The protest cluster can generate the informational short-term but massive avalanches. The authors also assume that SOC in the social networks is connected with the mass, sometimes violent street movements.

Keywords: protest movements, colour revolutions, self-organized criticality, pink noise, EnergoMaidan.

Проблема, гипотезы и объект

Современные массовые протестные движения – в том числе т.н. цветные революции – существенно отличаются от классических революций конца XVII – начала XX века. Отвлекаясь от социально-экономических и геополитических предпосылок и результатов цветных революций, мы сосредоточим внимание на странной, на первый взгляд, динамике протестного процесса. Довольно часто подобные события возникают «на пустом месте»: без соразмерных причин, без хорошо заметного длительного периода подготовки. Исследователи довольно часто выражают мнение, что таковые нелинейные эффекты связаны с тем, что протестная социальная самоорганизация осуществляется частично или даже полностью в виртуальном пространстве – в частности, в социальных сетях. В работе «Синергетика и сетевая реальность» авторы – Т.С. Ахромеева, Г.Г. Малинецкий, Н.А. Митин, С.А. Торопыгина – обращают внимание на феномен «революций в Сети»: «Само общество пронизано сетевыми структурами... Эффективные действия сетевых структур, способных быстро парализовать огромный государственный аппарат и могущественные ведомства, показывают, что практика здесь очень сильно обогнала теорию. Необходимо быстро и масштабно исследовать, осмыслить и понять новые возможности и угрозы сетевой эпохи, в которую вступило человечество» [1, с. 12].

Мы полагаем, что причины спонтанной, взрывообразной социальной активности в рамках современных протестных движений можно в значительной мере разъяснить через отсылку к идеям теории самоорганизованной критичности (СОК). Виртуальная сетевая среда, в силу своих сущностных свойств, склонна в ряде случаев функционировать в режиме СОК, что придает некоторым сетевым кластерам необычные свойства.

В этом исследовании мы реконструировали протестный сетевой кластер и попытались идентифицировать СОК в Интернет-активности сообществ, которые его составляют. Это позволяет приложить к объекту объяснительные схемы теории СОК, хорошо разработанные для естественнонаучных систем.

Подобные подходы и инструментарий мы применили для изучения локального объекта – протестной сети, состоящей из групп ВКонтакте. Эта сеть обеспечивала информационную и организационную поддержку выступлениям против пророссийского правительства в Армении – Энергомайдану, который был инициирован повышением тарифов на электроэнергию. Хронологические рамки исследования 31.09.2014–31.09.2015.

Данная статья продолжает наши работы по изучению протестных движений с позиций теории СОК. В публикации [2] мы применили аналогичный инструментарий, чтобы исследовать деятельность сети Фейсбук-сообществ, продвигавших массовое движение за импичмент президента Бразилии Дилмы Русеф.

Литература

В классической монографии одного из основателей теории СОК Пера Бака [3] содержится утверждение, что теория СОК, будучи изначально созданной для объяснения естественнонаучных феноменов, может быть эвристически продуктивна и в социогуманитарном исследовательском пространстве. Распространению теории СОК в контексте идей синергетики в социо-гуманитарных науках способствовали Д. Тьюкот [4,5], Г. Бранк [6–8], Г.Г. Малинецкий [9], Л.И. Бородкин [10–12], А.В. Подлазов [13].

В статье «Почему общества коллапсируют?...» Г. Бранк декларирует: «Я продвигаю теорию распада обществ, которая основана на самоорганизованной критичности, представляющей собой нелинейный процесс. Этот процесс производит внезапные изменения и формирует фрактальные закономерности в исторических временных рядах. В целом, я предполагаю, что ... самоорганизованные критичности повсеместно встречается в человеческих системах...» [8, p. 195].

В другой статье Г. Бранк ставит вопросы о сущности внезапных социальных трансформаций в истории: «Нелинейные динамические процессы самоорганизованной критичности... позволяют объяснить ряд нерешенных аномалий... Почему исторические данные почти всегда содержат несколько экстремальных значений, которые, на первый взгляд, вызваны некоей причиной, отличной от причин остальных значений? ...Почему тривиальные случаи иногда развиваются во внезапные изменения... В среде с самоорганизованной критичностью, которая характерна для человеческой истории, величина причины часто не связана с величиной ее следствия» [7, p. 25].

Одной из первых успешных попыток обнаружить СОК в историко-политических процессах было исследование Д. Робертса и Д. Тьюкота [14], посвященное динамике военных конфликтов. Л.-Е. Цедерман также обнаружил степенные законы – маркеры СОК – в истории войн [15]. М. Биггс [16] исследовал социо-экономические столкновения в Чикаго и в Париже в конце XIX века. С. Пиколи и коллеги [17] обнаружили СОК в динамике террористических событий в Ираке, Афганистане и Северной Ирландии. И. Шимада и Т. Кояма [18], основываясь на электоральной статистике Японии, выдвинули предположение, что эффекты СОК могут указывать на степень готовности общества к социо-политическим трансформациям. Д.С. Жуков, В.В. Канищев и С.К. Лямин [22–24] показали наличие розового шума как атрибута СОК в некоторых рядах исторических данных. В наших предшествующих исследованиях (Д.С. Жуков, Н.С. Барабаш [25]) показано, что СОК характеризует Интернет-сообщества, которые обладают более высокими социально-мобилизационными возможностями.

Подходы теории СОК

В системах, находящихся в состоянии критичности, любые события – даже локальные, кратковременные и несильные – инициируют причинно-следственные цепочки, которые затухают недостаточно быстро. Благодаря наличию петель обратной связи, некоторые процессы могут самоусиливаться, другие – ослабляться. Простые микрособытия генерируют сложное макроповедение системы. Ансамбль событий и их следствий заставляет основные параметры системы изменяться в режиме розового шума ($1/f$ -шума), который считается атрибутом СОК. Розовый шум (рис. 1) это процесс, который состоит из подъемов и спадов, каждый из которых также представляет собой совокупность меньших подъемов и спадов и т.д. Поскольку розовый шум обладает свойством масштабной инвариантности, это своего рода фрактальный процесс [26].

П. Бак так описывает розовый шум: «Здесь есть изменения всех размеров: быстрые, происходящие за несколько минут, и медленные, длящиеся годами... Этот сигнал может рассматриваться как суперпозиция всплесков всевозможных масштабов; он выглядит как горный ландшафт, но только не в пространстве, а во времени. Можно посмотреть на него и как на наложение периодических сигналов всех частот – это просто другой способ сказать, что в нем есть составляющие всех временных масштабов... $1/f$ -Сигнал сочетает в себе всплески всех длительностей» [3, с. 68–69].

Системы в состоянии критичности склонны переживать лавины – очень быстрые и очень значительные отклонения основных параметров, вплоть до срыва в бесконечность. В реальных социальных и физических системах розовый шум, поэтому, считается предвестником катастроф, скоротечных и радикальных трансформаций. Это может быть землетрясение или революция, массовое вымирание животных или катастрофическое наводнение.

Процессы, ведущие к лавинам, могут быть запущены несильными событиями-инициаторами (внешними или внутренними, случайными или целенаправленными) и долгое время остаются малозаметными. Целостность системы и сложная внутренняя структуры, содержащая причинно-следственные петли, не позволяют начальным импульсам затухнуть. Множество взаимодействующих элементов системы не могут прийти в равновесие. Лавина, как представляется внешнему наблюдателю, инициируется обычными – ординарными для системы – факторами, что кажется нелогичным и выглядит как нарушение соразмерности причин и следствий.

Идентификация розового шума в том или ином сигнале, который генерируется системой, позволяет установить, способна ли система генерировать лавину в смысле теории СОК. Поэтому, полагаем, идентификацию розового шума можно использовать как надежный индикатор для определения состояния систем, для вычисления их трансформационного потенциала. Обнаружение розового шума, кроме того, позволяет выдвигать гипотезы и интерпретаций на основании теории СОК.

Критическое состояние, будучи динамическим равновесием, подобно растянутой во времени точке бифуркации. На первый взгляд, это кажется странным, поскольку в точке бифуркации даже малые воздействия быстро выводят управляющий параметр из критического значения. Однако, как оказалось, некоторые системы в силу своих внутренних свойств и внешних обстоятельств способны сами настраивать управляющий параметр нужным образом, то есть самоорганизовываться в критическое состояние. Это происходит благодаря сопряжению двух процессов – росту напряжения и релаксации [13, с. 93].

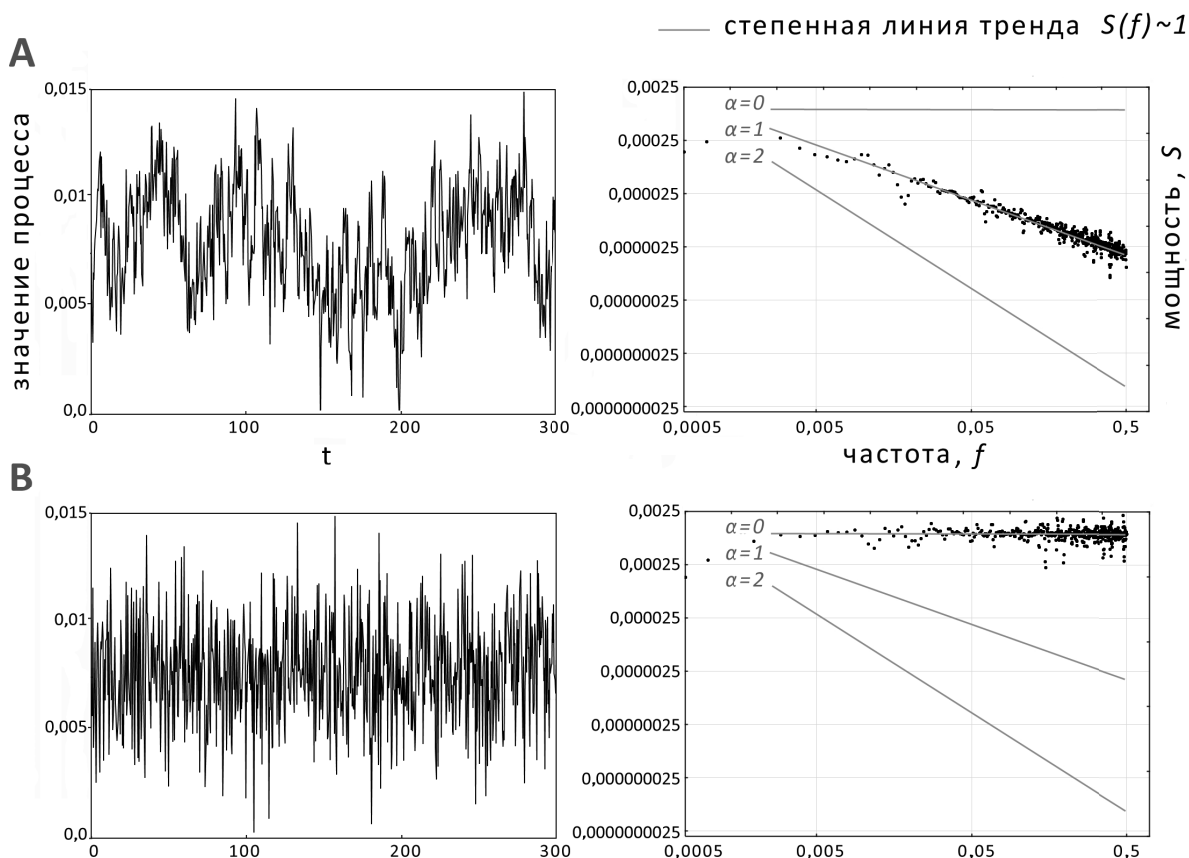


Рис. 1. Образцы и спектрограммы (А) розового шума и (В) белого шума

Таких самоорганизованно-критических систем обнаружено немало как в физической, так и в социальной реальности. Конкретные проявления розового шума могут быть описаны через понятие «прерывистого равновесия». «...[Это явление], – пишет Г.Г. Малинецкий, – наблюдается в процессе биологической эволюции, функционировании социальных и технических систем. Типичной оказывается ситуация, когда в течении очень большого времени ничего заметного не происходит, а затем стремительные изменения кардинально меняют облик системы, наступает время революций, что, разумеется, не отменяет множества мелких событий, которых мы просто не замечаем» [9, с. 39].

Розовый шум, хотя и содержит множество случайных событий, обладает долгосрочной закономерностью (длительной памятью) и отличается от абсолютно хаотического белого шума (рис. 1В). Нам удалось показать на конкретно-исторических примерах [23–25], что изменение типа/цвета сигнала является маркером для отыскания момента и направления качественных изменений в социальной системе.

Методы идентификации розового шума

Розовый шум может быть точно идентифицирован по результатам спектрального анализа. Если в спектрограмме «мощность – частота» четко прослеживается степенное распределение, то показатель степенного закона позволяют идентифицировать процесс как розовый или красный («коричневый») шум, или же выдвинуть гипотезу о наличии белого шума. Степенной тренд определяется формулой (1), где f это частота, S – мощность, α – показатель степенного закона:

$$S = \frac{1}{f^\alpha} \quad (1)$$

Если $\alpha \approx 1$, то сигнал считается розовым шумом. Если $\alpha \approx 2$, то шум считается красным. Если $\alpha \approx 0$, то сигнал, возможно, является белым шумом, хотя для его точной идентификации требуются иные процедуры. П. Бак указывал, что «степень α [для розового шума] может принимать значения от 0 до 2» [3, с. 69]. Очевидно, что ближе к границам этого диапазона розовый шум плавно переходит в белый или красный.

Мы проводили спектральный анализ в модуле «Spectral (Fourier) analysis» в программе Statistica со следующими настройками: «pad length to power of 2 / yes», «taper / no», «subtract mean / yes», «detrend / yes».

Достоверность тренда и, следовательно, репрезентативность величины α определялась посредством вычисления R^2 . Чем ближе значение R^2 к 1, тем точнее тренд аппроксимирует данные, хотя некоторое отклонение R^2 от 1 не свидетельствует о неудовлетворительной репрезентативности линии тренда.

Исходные данные

Протестная сеть для целей данного исследования определялась как совокупность сообществ ВКонтакте, которые связаны друг с другом отношениями рефлексивности. Рефлексивность здесь понимается как способность сообщества воспринимать информационный контент в связанном сообществе, реагировать (изменять свое поведение под влиянием контента), транслировать и размножать контент среди своих участников и иных сообществ. По каналам рефлексивности передается, в частности, информация, призванная изменить поведение участников сети. Рефлексивность позволяет формировать обратные связи, получать отклики, выстраивать новые связи и группы. Предполагаем, что рефлексивность представляет собой один из наиболее весомых факторов, который ответственен за проявление СОК в изучаемой системе.

Для выявления связей рефлексивности между виртуальными сообществами ВКонтакте рассчитывалось количество общих участников в каждой паре сообществ. Учитывались сооб-

щества, связанные не менее чем 500-ми общими участниками. Точкой входа – группой, с которой начиналось картографирование сети – была Армянская революционная федерация (club71768293).

Таким образом, был реконструирован кластер протестной сети – рис. 2. Для визуализации графов использовалась специализированная программа Gephi. Сеть картографирована по состоянию на 01.09.2017.

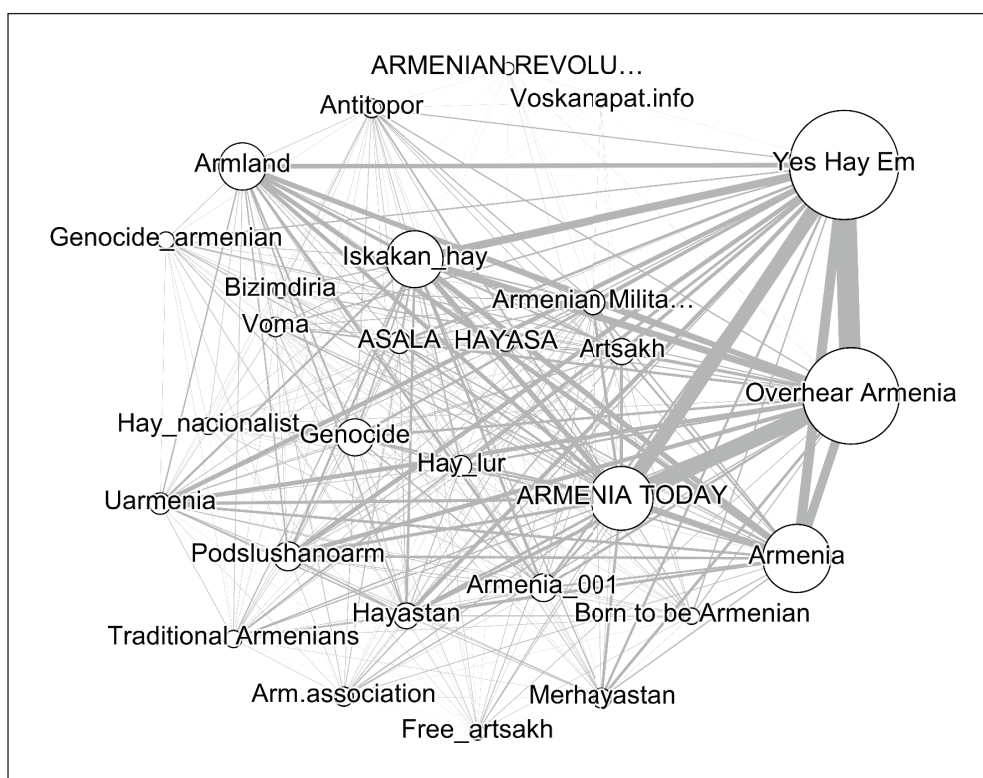


Рис. 2. Кластер протестной сети Энергомайдана во ВКонтакте, Армения, 2014–2015 гг.:

Диаметр вершин графа – количество участников сообществ; толщина ребер – число общих участников в паре связанных сообществ (индикатор уровня рефлексивности)

Сокращенные названия (ярлыки) и URL-адреса сообществ представлены в табл. 1.

БД с полным описанием кластера находится в открытом доступе на сайте Центра фрактального моделирования: <http://ineternum.ru/bd-arm-klaster>.

Для каждого сообщества были получены числовые ряды, которые представляют собой подневные количества репостов всех сообщений/постов, опубликованных в рамках сообщества. Учитывалось суммарное дневное количество репостов любых сообщений в группе. Эти числовые ряды составлены с помощью сервиса popsters.ru и размещены в открытом доступе: <http://ineternum.ru/bd-arm-repost>.

Поскольку репост является элементарным – и фундаментальным – актом восприятия/передачи информации, такие числовые ряды содержат эвристически ценную информацию о характере Интернет-активности. Эти данные пригодны для тестирования на предмет выявления розового шума.

Таблица 1

Кластер протестной сети Энергомайдана во ВКонтакте, сокращенные названия (ярлыки) и URL-адреса, Армения, 2014–2015 гг.

URL сообщества	Ярлык	Кол-во участников, чел.
https://vk.com/am_pub	Armenia	72 349
https://vk.com/antitopor	Antitopor	10 094
https://vk.com/arm.association	Arm.association	10 342
https://vk.com/armenia_001	Armenia_001	21 619
https://vk.com/armenia_artsakh_today	ARMENIA TODAY	66 821
https://vk.com/armenian_military_portal	Armenian Milita	17 635
https://vk.com/armland	Armland	46 103
https://vk.com/artsakh	Artsakh	19 258
https://vk.com/bizimdiria	Bizimdiria	5 619
https://vk.com/born_to_be_armenian	Born to be Armenian	7 107
https://vk.com/club71768293	ARMENIAN REVOLU	1 895
https://vk.com/free_artsakh	Free_artsakh	5 973
https://vk.com/genocide	Genocide	33 192
https://vk.com/genocide_armenian	Genocide_armenian	7 717
https://vk.com/hay_lur	Hay_lur	13 029
https://vk.com/hay_nacionalist	Hay_nacionalist	7 738
https://vk.com/hayasa88	HAYASA	6 942
https://vk.com/hayastan_love_armenia	Hayastan	18 899
https://vk.com/iskakan_hay	Iskakan_hay	58 079
https://vk.com/merhayastan	Merhayastan	11 140
https://vk.com/officialasala	ASALA	13 984
https://vk.com/overhear_armenia	Overhear Armenia	107 859
https://vk.com/podslushanoarm	Podslushanoarm	22 936
https://vk.com/traditionalarmenians	Traditional Armenians	8 234
https://vk.com/uarmenia	Uarmenia	13 603
https://vk.com/voma_official	Voma	11 125
https://vk.com/voskanapat	Voskanapat.info	1 905
https://vk.com/yeshayem	Yes Hay Em	123 930

Результаты

В общем исследованном периоде были выделены три субпериода (30.09.2014–31.01.2015; 01.02.2015–31.05.2015; 01.06.2015–30.09.2015), в каждом из которых для каждого сообщества были рассчитаны показатели степенного закона – табл. 2.

Нами была создана хронология Энергомайдана по сообщениям прессы [27]. На ее основании рассчитана интенсивность протестных событий, представленная на рис. 3.

Таблица 2

Показатели степенного закона и величина достоверности степенного тренда для репостной активности групп ВКонтакте

Ярлык сообщества	30.09.2014–31.01.2015		01.02.2015–31.05.2015		01.06.2015–30.09.2015	
	α	R^2	α	R^2	α	R^2
Armenia	0,52	0,336	0,48	0,441	0,37	0,298
Antitopor	0,32	0,165	0,23	0,105	0,70	0,459

Окончание таблицы 2

Ярлык сообщества	30.09.2014 – 31.01.2015		01.02.2015 – 31.05.2015		01.06.2015 – 30.09.2015	
	α	R^2	α	R^2	α	R^2
Arm.association	0,36	0,186	0,18	0,103	0,28	0,139
Armenia_001	-0,094	0,020	0,49	0,438	0,16	0,083
ARMENIA TODAY	0,86	0,558	0,99	0,783	0,20	0,079
Armenian Milita	0,64	0,493	0,51	0,357	0,64	0,523
Armland	0,36	0,247	0,44	0,333	0,40	0,162
Artsakh	0,20	0,087	0,05	0,007	0,22	0,140
Bizimdiria	0,12	0,078	0,13	0,033	0,73	0,541
Born to be Armenian	0,32	0,286	1,22	0,700	0,23	0,151
ARMENIAN REVOLU	0,14	0,026	0,97	0,526	0,69	0,529
Free_artsakh			0,40	0,272	0,27	0,153
Genocide	0,30	0,294	1,29	0,878	0,27	0,189
Genocide_armenian			0,97	0,700	0,59	0,524
Hay_lur	0,83	0,683	0,55	0,664	0,07	0,022
Hay_nacionalist	0,43	0,303	0,28	0,184	0,51	0,500
HAYASA	0,57	0,406	0,44	0,463	1,36	0,750
Hayastan	0,70	0,621	0,84	0,626	0,15	0,034
Iskakan_hay	0,14	0,030	1,06	0,787	0,03	0,002
Merhayastan			0,60	0,518	-0,271	0,179
ASALA	0,03	0,003	0,48	0,521	0,27	0,147
Overhear Armenia	0,66	0,546	1,08	0,721	0,08	0,015
Podslushanoarm			0,75	0,577	0,69	0,487
Traditional Armenians	0,47	0,408	0,41	0,389	0,15	0,038
Uarmenia	0,25	0,120	1,20	0,772	0,35	0,353
Voma	0,40	0,455	0,26	0,127	0,09	0,036
Voskanapat.info	0,35	0,201	0,08	0,020	-0,002	0,001
Yes Hay Em	0,48	0,426	0,88	0,732	0,30	0,142

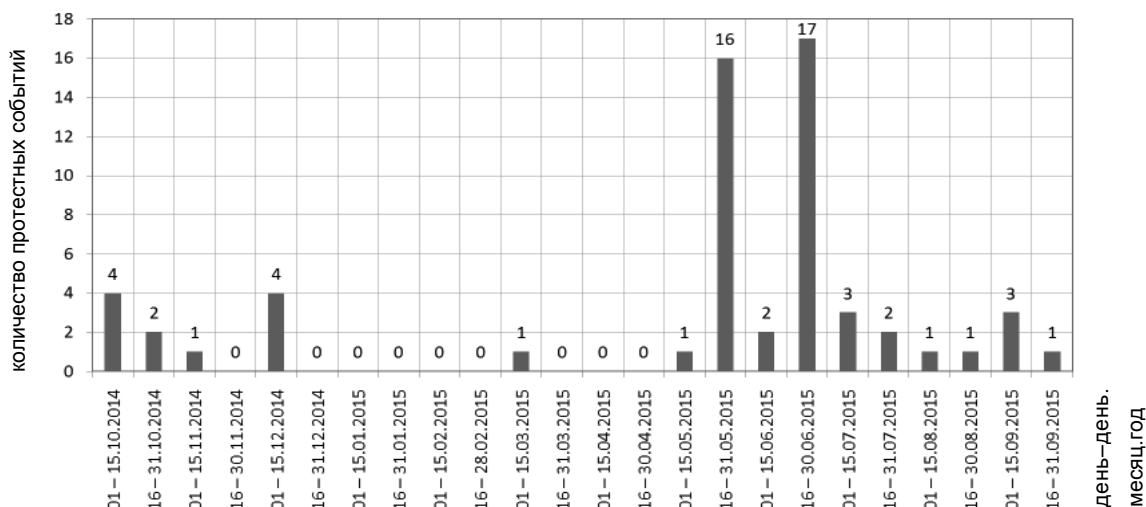


Рис. 3. Количество протестных событий в городах Армении в ходе Энергомайдына

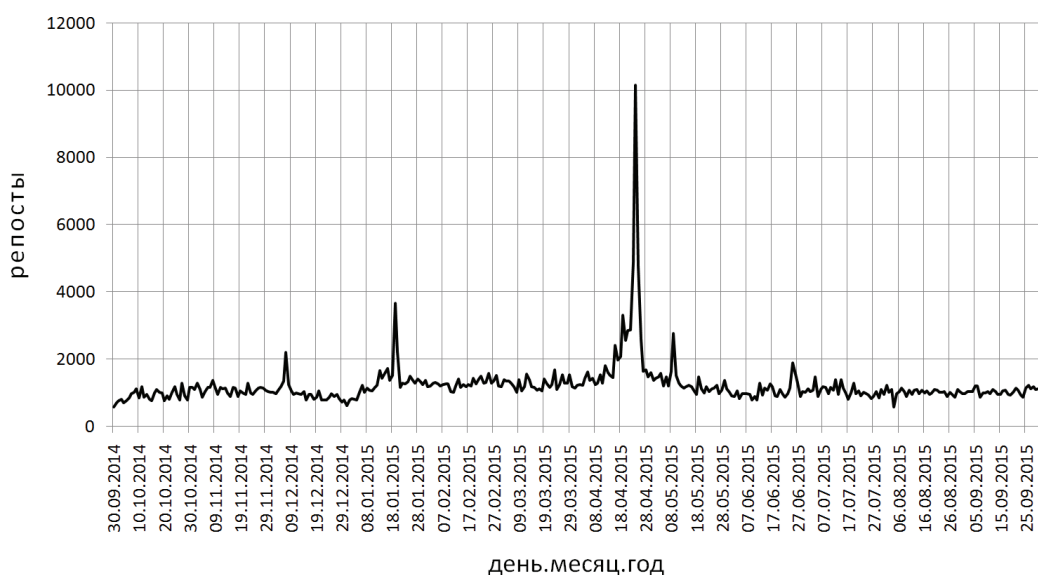


Рис. 4. Динамика суммарных репостов протестной сети Энергомайдана во ВКонтакте, Армения

Суммарная динамика репостов протестного кластера представлена на рис. 4, где заметен всплеск Интернет-активности, пришедшийся на 24.04.2015. Это последняя треть второго субпериода. На рис. 5 показано состояние сети в разных субпериодах.

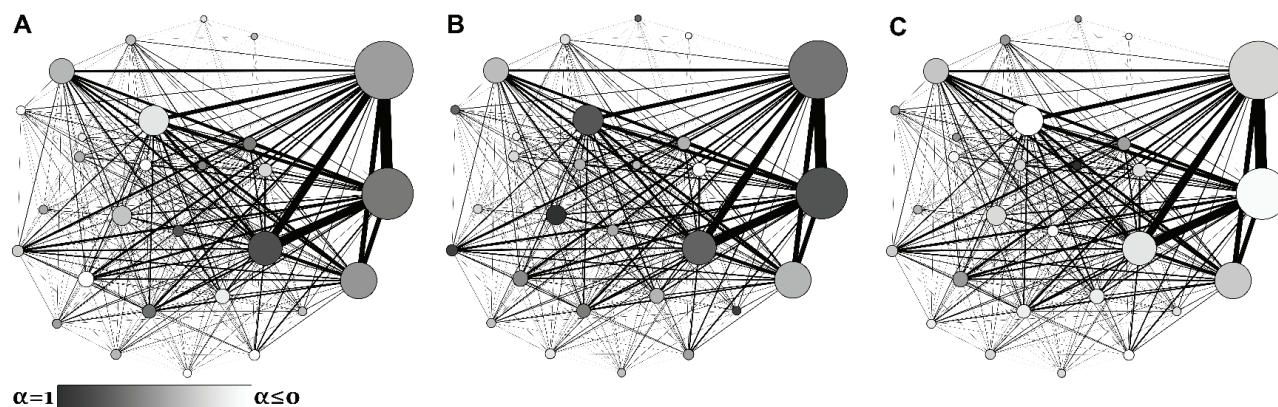


Рис. 5. Кластер протестной сети Энергомайдана во ВКонтакте, Армения

А – субпериод 30.09.2014-31.01.2015; В – 01.02.2015-31.05.2015;
С – 01.06.2015-30.09.2015

Интерпретации

В течение первого субпериода розовый шум зафиксирован в нескольких сообществах; а во втором субпериоде розовый шум уверенно обнаруживается в подавляющем большинстве сообществ – рис. 5. Хотя второй период на протяжении был беден на политические и виртуальные события, он заканчивается лавиной репостов и, спустя некоторое время, масштабными протестными акциями. Третий субпериод – время спада протестного

движения, хотя он и содержит значительное количество массовых событий. Розовый шум в сети ослабляется, хотя для некоторых групп он продолжает отчетливо идентифицироваться. СОК в сетях, таким образом, сопровождала Энергомайдан.

Сообщества в протестной сети Энергомайдаана связаны друг с другом чрезвычайно плотными, многочисленными связями. Возможно, именно поэтому значительная часть сообществ почти синхронно начали генерировать розовый шум в течение второго субпериода и столь же синхронно «демобилизировались» в течение третьего субпериода. Последний субпериод характеризуется относительно высокой уличной активностью (по сравнению со вторым), но в сетях превалирует хаотическое поведение. Действительно, в течение третьего субпериода протестная активность – при внешней эффектности – идет на спад; и движение Энергомайдаана, по существу, утрачивает шансы поколебать политический режим.

Выводы

Поскольку репосты непосредственно связаны с рефлексивностью в социальных сетях, то наблюдение репостной активности дает возможность напрямую рассматривать процессы распространения социальных новаций и политических месседжей.

Репост является фундаментальным актом приема-передачи-размножения сетевого контента, включая нормы, представления, настроения и, наконец, призывы к действию.

Мы убедились, что в период Энергомайдаана в Армении массовые уличные протестные акции проходили на фоне розового шума в репостной активности сетевых кластеров. Возникновение и исчезновение розового шума соответствует периодам подготовки, пика и «демобилизации» протестного движения на улицах. Кроме того, возникновение розового шума во множестве связанных сетевых сообществ предшествовало информационной лавине – взрывообразному росту числа репостов.

Эти наблюдения свидетельствуют в пользу гипотезы о том, что, во многих случаях, сетевые компоненты современных протестных движений функционируют в режиме самоорганизованной критичности. Безусловно, для СОК в сетях характерна не только для революционной деятельности. Однако можно предположить, что именно та сетевая активность, которая протекает в режиме СОК, вполне может выйти на улицы и превратиться в политически значимое явление. Кроме того, уже в наших предыдущих исследованиях ясно видно, что СОК работает для сообществ, обладающих более высокими социально-мобилизационными возможностями, более эффективно проводящих социальные и политические новации по отношению к своим участникам и другим сообществам, более активно формирующих внешние связи – каналы рефлексивности [25].

Таким образом, идентификация розового шума позволяет обнаруживать сообщества, генерирующие протестную активность, устанавливать время перехода кластеров сообществ в предлавиное (предреволюционное) состояние, интерпретировать нелинейные эффекты современных революций через отсылки к хорошо разработанным объяснительным схемам теории СОК.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-06-00082а.

Список литературы

1. Ахромеева Т.С., Малинецкий Г.Г., Митин Н. А., Торопыгина С. А. Синергетика и сетевая реальность // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2013. № 34. С. 1–34. Available at: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2013-34>.
2. Жуков Д.С., Лямин С.К. Революции в Сети: приложение теории самоорганизованной критичности к изучению протестных движений // Историческая информатика. 2017. № 4. С. 11–43. DOI: 10.7256/2585-7797.2017.4.24559.
3. Бак П. Как работает природа: теория самоорганизованной критичности. М.: УРСС, 2013. 276 с.

4. Turcotte D.L. Self-organized criticality // Reports on Progress in Physics. 1999. Vol. 62. № 10. Pp. 1377–1377.
5. Turcotte D.L., Rundle J.B. Self-organized complexity in the physical, biological, and social sciences // Proceedings of the National Academy of Sciences. 2002. Vol. 99. № 1. Pp. 2463–2465.
6. Brunk G.G. Self-Organized Criticality: A New Theory of Political Behaviour and Some of Its Implications // British Journal of Political Science. 2001. Vol. 31. № 2. P. 427–445.
7. Brunk G.G. Why Are So Many Important Events Unpredictable? Self-Organized Criticality as the «Engine of History» // Japanese Journal of Political Science. 2002. Vol. 3. № 1. Pp. 25–44.
8. Brunk G.G. Why Do Societies Collapse? A Theory Based on Self-Organized Criticality // Journal of Theoretical Politics. 2002. Vol. 14. № 2. Pp. 195–230.
9. Малинецкий Г.Г. Чудо самоорганизованной критичности // Бак П. Как работает природа: теория самоорганизованной критичности. М.: УРСС, 2013. С. 13–56.
10. Бородкин Л.И. Методология анализа неустойчивых состояний в политико-исторических процессах // Международные процессы. 2005. Т.3. № 7. С. 4–16.
11. Бородкин Л.И. «Порядок из хаоса»: концепции синергетики в методологии исторических исследований // Новая и новейшая история. 2003. № 2. С. 98–118.
12. Бородкин Л.И. Концепции синергетики в исследованиях неустойчивых исторических процессов: современные дискуссии // Информационный бюллетень ассоциации История и компьютер. 2008. № 35. С. 28–29.
13. Подлазов А.В. Новые математические модели, методы и характеристики в теории самоорганизованной критичности: дис. ... канд. ф-м. наук. Москва: Ордена Ленина Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2001. 120 с.
14. Roberts D.C., Turcotte D.L. Fractality and Self-Organized Criticality of Wars // Fractals. 1998. Vol. 6. № 4. P. 351–358.
15. Cederman L.-E. Modeling the Size of Wars: From Billiard Balls to Sandpiles // American Political Science Review. 2003. Issue 1. Pp. 135–150.
16. Biggs M. Strikes as Forest Fires: Chicago and Paris in the Late Nineteenth Century // American Journal of Sociology. 2005. Vol. 110. Issue 6. Pp. 1684–1714.
17. Picoli S., Castillo-Mussot M. del, Ribeiro H.V., Lenzi E.K., Mendes R.S. Universal bursty behaviour in human violent conflicts // Scientific Reports. 2014. Vol. 4. Pp. 1–3.
18. Shimada I., Koyama T. A theory for complex system's social change: an application of a general 'criticality' model // Interdisciplinary Description of Complex Systems. 2015. Vol. 13. Issue 3. Pp. 342–353. doi: 10.7906/indecs.13.3.1.
19. Zhukov D.S., Kanishchev V.V., Lyamin S.K. Application of the theory of self-organized criticality to the investigation of historical processes // Sage Open. 2016. Vol. 6. Issue 4. Pp. 1–10. Available at: <http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2158244016683216>.
20. Жуков Д.С., Канишев В.В., Лямин С.К. Исследование интенсивности крестьянских волнений в Европейской России во второй половине XIX в. средствами теории самоорганизованной критичности // Историческая информатика. 2017. № 1. С. 38–51. DOI: 10.7256/.2017.1.22145.
21. Zhukov D.S., Kanishchev V.V., Lyamin S.K. Social Movements Viewed in the Context of Self-Organized Criticality Theory // Acesso Livre. 2017. Issue 8. Pp. 75–91.
22. Жуков Д.С., Барабаш Н.С. Распространение новаций в социальных сетях: взгляд с позиции теории самоорганизованной критичности // Инноватика и экспертиза. 2017. № 3. С. 59–74.
23. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. New York: W.H. Freeman and Company, 1982. 470 p.
24. Лямин С.К. Хронология протестных событий в Армении в 2015 году // Fractal simulation. 2017. № 1. С. 15–28.

References

1. Ahromeeva T.S., Malineckij G.G., Mitin N.A., Toropygina S.A. (2013) *Sinergetika i setevaya real'nost'* [Synergetics and network reality] *Preprinty IPM im. M.V. Keldysha* [Preprint M.V. Keldysh IPM]. No. 34, pp. 1–34. Available at: <http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2013-34>.

2. Zhukov D.S., Lyamin S.K. (2017) *Revolyutsii v Seti: prilozheniye teorii samoorganizovannoy kritichnosti k izucheniyu protestnykh dvizheniy* [Revolution in the Network: Application of the Theory of Self-Organized Criticality to the Study of Protest Movements] *Istoricheskaya informatika* [Historical Informatics]. No. 4, pp. 11–43. DOI: 10.7256/2585-7797.2017.4.24559.
3. Bak P. (1996) *How Nature Works: The Science of Self-Organized Criticality*. New York: Copernicus, 212 p.
4. Turcotte D.L. (1999) Self-organized criticality. *Reports on Progress in Physics*. Vol. 62. Issue 10. Pp. 1377–1377.
5. Turcotte D.L., Rundle J.B. (2002) Self-organized complexity in the physical, biological, and social sciences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Vol. 99. Issue 1, pp. 246–2465.
6. Brunk G.G. (2001) Self-Organized Criticality: A New Theory of Political Behavior and Some of Its Implications. *British Journal of Political Science*. Vol. 31. Issue 2, pp. 427–445.
7. Brunk G.G. (2002) Why Are So Many Important Events Unpredictable? Self-Organized Criticality as the “Engine of History”. *Japanese Journal of Political Science*. Vol. 3. Issue 1, pp. 25–44.
8. Brunk G.G. (2002) Why Do Societies Collapse? A Theory Based on Self-Organized Criticality. *Journal of Theoretical Politics*. Vol. 14. Issue 2, pp. 195–230.
9. Malinetsky G.G. (2013) *Chudo samoorganizovannoy kritichnosti. Kak rabotaet priroda: teoriya samoorganizovannoy kritichnosti* [Miracle of self-organized criticality. How does nature work: the theory of self-organized criticality] *URSS* [URSS]. Moscow, pp. 13–56.
10. Borodkin L.I. (2005) *Metodologiya analiza neustoychivyykh sostoyaniy v politiko-istoricheskikh protsessakh* [Methodology of the analysis of unstable states in politico-historical processes] *Mezhdunarodnye protsessy* [International processes]. T. 3. No. 7, pp. 4–16.
11. Borodkin L.I. (2003) «Poryadok iz khaosa»: kontseptsii sinergetiki v metodologii istoricheskikh issledovaniy [«Order from chaos»: the concept of synergetics in the methodology of historical research] *Novaya i noveyshaya istoriya* [New and Contemporary History]. No. 2, pp. 98–118.
12. Borodkin L.I. (2008) *Kontseptsii sinergetiki v issledovaniyakh neustoychivyykh istoricheskikh protsessov: sovremennyye diskussii* [Concepts of synergetics in studies of unstable historical processes: modern discussions] *Informatsionnyy byulleten' assotsiatsii Istoriya i komp'yuter* [Information Bulletin of the Association History and Computing]. No. 35, pp. 28–29.
13. Podlazov A.V. (2001) *Novyye matematicheskiye modeli, metody i kharakteristiki v teorii samoorganizovannoy kritichnosti: dis. ... kand. f-m. nauk* [New mathematical models, methods and characteristics in the theory of self-organized criticality: Doctors theses] *Institut prikladnoy matematiki imeni M.V. Keldisha* [M.V. Keldysh Institute of Applied Mathematics]. Moscow, 120 p.
14. Roberts D.C., Turcotte D.L. (1998) Fractality and self-organized criticality of wars. *Fractals*. Vol. 6. Issue 4, pp. 351–358.
15. Cederman L.E. Modeling the size of wars: from billiard balls to sandpiles. *American Political Science Review*. 2003. Issue 1, pp. 135–150.
16. Biggs M. (2005) Strikes as Forest Fires: Chicago and Paris in the Late Nineteenth Century. *American Journal of Sociology*. Vol. 110. Issue 6, pp. 1684–1714.
17. Picoli S., Castillo-Mussot M. del, Ribeiro H.V., Lenzi E.K., Mendes R.S. (2014) Universal bursty behavior in human violent conflicts. *Scientific Reports*. Vol. 4, pp. 1–3.
18. Shimada I., Koyama T. (2015) A theory for the complex system's social change: an application of the general «criticality» model. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*. Vol. 13. Issue 3, pp. 342–353. DOI: 10.7906/indecs.13.3.1.
19. Zhukov D.S., Kanishchev V.V., Lyamin S.K. (2016) Application of the theory of self-organized criticality to the investigation of historical processes. *Sage Open*. Vol. 6. Issue 4. DOI: 10.1177/2158244016683216. Available at: <http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2158244016683216>.
20. Zhukov D.S., Kanishchev V.V., Lyamin S.K. (2017) *Issledovanie intensivnosti krest'yanskikh volneniy v Evropeyskoy Rossii vo vtoroy polovine XIX v. sredstvami teorii samoorganizovannoy kritichnosti* [Investigation of the intensity of peasant unrest in European Russia in the second half of the 19th century. Means of the theory of self-organized criticality] *Istoricheskaya informatika* [Historical Informatics]. No. 1, pp. 38–51. DOI: 10.7256/2017.1.22145.

21. Zhukov D.S., Kanishchev V.V., Lyamin S.K. (2017) Social Movements Viewed in the Context of Self-Organized Criticality Theory. *Acesso Livre*. Issue 8, pp. 75–91.

22. Zhukov D.S., Barabash N.S. (2017) *Rasprostranenie novaciy v socialnih setiah: vzglads posicii teorii samoorganizovannoy kritichnosti* [Diffusion of innovations in social networks: a view from the perspective of the theory of self-organized criticality] *Innovacii i ekspertiza* [Innovation and expertise]. No. 3, pp. 59–74.

23. Mandelbrot B.B. (1982) *The Fractal Geometry of Nature*. New York: W.H. Freeman and Company, 470 p.

24. Lyamin S.K. (2017) *Khronologiya protestnykh sobytiy v Armenii v 2015 godu* [Chronology of protest events in Armenia in 2015] *Fractal simulation* [Fractal simulation]. No. 1, pp. 15–28.