

Research

ФИЗИКА НА ПРОТЕСТА

Роберт ЛЕВИ,¹ Лъчезар ТОМОВ

¹Нов български университет

In science, when human behavior enters the equation, things go nonlinear.

That's why Physics is easy and Sociology is hard.

Neil deGrasse Tyson

Резюме. Годишите 2013 и 2014 преминаха под знака на най-продължителния масов протест в историята на България и един от най-масовите изобщо. Протестът избухна спонтанно при новината за назначаването на Делян Пеевски като шеф на Държавната агенция за национална сигурност (ДАНС), породил се от виралността на новината в социалните мрежи и продължил и след неговото оттегляне, с големи колебания в броя протестиращи във всеки един ден от целия период от 14.06.2013 (деня на първия протест) до 5.10.2014, когато бяха предсрочните избори. Авторите изследват динамиката на протеста чрез средствата на социофизиката и предлагат собствена комбинация от математически модели, които да обяснят неговото избухване, замиране, повторна ескалация и колебанията в бройката протестиращи. Използвани са приблизителни данни поради отказа на Министерството на вътрешните

работи (МВР) и други институции да предоставят такива, както и политиката на Фейсбук за сигурността на данните на затворени групи.

Keywords: protest, anthropology, socio-physics, social nets, mathematics, Ising model, logistic equation

Физика на протеста? На пръв поглед протестът е обект на социалните науки и физиката е не на място в заглавието. Едно ново направление обаче създава именно тази възможност – да се използват методи на физиката в изследването на социални явления.

Няколко думи за физиката на обществото

Тази статия си поставя за цел да представи едно ново интердисциплинарно направление в социалните науки. По света е известно като „физика на обществото“ (physics of society) или като „социофизика“ (socio-physics). Под тези термини най-общо се крие използването на методи от природните науки при изследването на обществени процеси. Важно е да се отбележи, че тези методи са приложими само в случай на изследване на процеси, в които са въввлечени големи групи от хора.

Физиката на обществото възниква около седемдесетте години на миналия век (макар Филип Бол да отнася началото ѝ още към XVII век и „Левиатан“ на Томас Хобс (Ball, 2004)). Всъщност, идеята не е нова. Между 1946 и 1953 Фондация „Джозая Мейси младши“ спонсорира и организира поредица от т.нар. „Конференции Мейси“, на които хуманитаристи, математици и физици обсъждат връзката между кибернетиката и мисленето, между кибернетиката и културата (Geyer & van der Zouwen, 2001; von Foerster, 2003; Хейлз, 2005). От 80-те години в СССР и съвременна Русия развиват създадената от Херман Хакен

синергетика, но тя е по-скоро идея, търсене на механизмите на самоорганизация в природата и обществото, отколкото направление, още по-малко научна дисциплина (Хакен, 1980). Не е нова и идеята математически методи да се прилагат в области, традиционно считани за отдалечени от математиката¹⁾ (Devlin & Lorden, 2007; Hoppensteadt, 1975). В момента математически модели се прилагат дори при изследване на групи и цели субкултури (Колесин, 2007). С времето физиката на обществото е намерила приложение в редица области на социалното знание.

Понастоящем физиката на обществото се е развила в различни направления – екофизика, която изследва парични потоци и стокови пазари, политически анализ. Използват се сложни изинг-модели,²⁾ както и агентно-ориентирани модели.³⁾ Тук могат да се посочат имената на Серж Галам, Катаржина Шнайд-Верон (на нейно име е наречен специфичен Изинг-модел), управление на пътен трафик, анализ на социални мрежи и др. (Chakrabarti et al., 2006; Galam, 2012; Gilbert & Troitzsch, 2005; Goldstone & Janssen, 2005; Suleiman et al., 2000). Физиката на обществото намира приложение и в някои специфични модели, свързани с еволюционната биология, популационна динамика и контрол върху епидемиите. Нелош обзор на това благодатно интердисциплинарно направление може да бъде намерено в книгата “Социалният атом” (Бюканан, 2011). Много полезна е и вече цитираната книга на Филип Бол „Критична маса“ (Ball, 2004; Болл, 2008).

В настоящата статия ще направим опит да приложим физиката на обществото, за да изследваме протестите от 2013 – 2014 година. Тя едва ли ще даде пълни обяснения на някои въпроси, които възникнаха около протестите, но поне би могла да набележи посоки, които да доведат до отговори.

Фейсбук поглед назад към протеста #ДАНСwithme

„Веднъж Хегел без да иска и вероятно по вдъхновение нарекъл историка пророк, предсказващ назад“ Борис Пастернак *„Высокая болезнь“*

За обект, върху който да приложим тези сравнително нови (за България) методи на анализ, избрахме протестите срещу правителството на Пламен Орешарски от 2013-2014 година.

Защо именно тези протести? Защо не протестите от 2007, 2008, 2009, 2012? Защо не февруарските протести от същата 2013? И доколко четири-пет години са достатъчен срок да се подложи на сериозен анализ едно сложно политическо събитие, каквото е толкова мащабен протест (повече от година, всеки ден)?

На тези въпроси не е трудно да се отговори. На първо място, днес относително малък брой хора помнят протестите срещу Закона за електронните съобщения, срещу АКТА или срещу Закона за горите. Макар и да завършиха с победи за протестиращите, те нямаха това политическо влияние, каквото имаха протестите #ДАНСwithme. Що се отнася до сравнението между февруарските и протестите, обект на анализа, в единия случай имаме протест срещу цени, в другия случай каузата може да се опише като морална и политическа и поради това, вероятно, с по-съществен социален ефект. Протестите от 2007 до 2010 бяха обект на анализ в културологичен сборник (Дичев & Спасов, 2011), който, в известен смисъл дори предсказва последвалия социален взрив. От друга страна, за #ДАНСwithme издателство „Изток-Запад“ пушна почти веднага две книги, като първата от тях излезе по време, когато протестът още не беше приключил (Клисаров, 2014; Смилов & Вайсова, 2013).

Има и още един важен мотив да изследваме именно протестът #ДАНСwithme – той по-лесно позволява за изследването му да се използва анализ на социална мрежа, което е от областта на математическата социология (Berkowitz, 1983; Coleman, 1964; Kazienko & Chawla, 2015; Klüver, 2000; Pattison, 1993; Градосельская, 2004).

Идеята тук е, че при един преглед на публикациите с хаштага ДАНСwithme могат да се идентифицират (а) групи (т. нар. в математическата теория на социалните мрежи „клики“); (б) да се идентифицират неформални лидери с влияние в спонтанно възникнал протест (в този случай трябва да се изследва така наречената „централност“).

Защо е необходимо да се извърши цялата тази повече математическа операция и как точно?

Да започнем от това как.

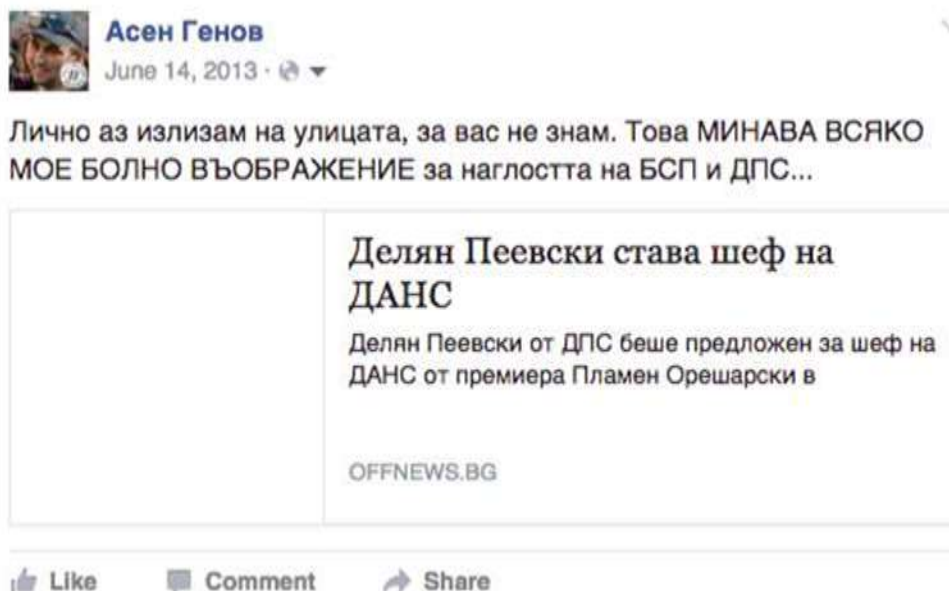
Първо, нужен ни е бърз исторически преглед.

За по-непаметливите тук може би е уместно да предложим една емисия новини, за да видим какво се случва на 14 юни 2013 (bTV Новините - Късна емисия - 14.06.2013 г.). Друга възможност е да се видят спомени на участници. Поне за единият от авторите на настоящата статия всичко започва с призив на известния блогър Асен Генов.

Самият Асен разказва:

[И]сторията е добре да се знае, въпреки че част от нея е леко изкривена в Уикипедия. На 14 юни всичко започна с едно събитие, което направихме малко след това. Около 11-12 ч. Орешарски вече беше предложил, а НС вече беше избрал дебелото за шеф на ДАНС. Само няколко часа по-късно Мадам Ве щеше да интервюира маминото в офиса му в ДАНС, а междувреме, организираното от няколко души (няма да ги изборявам, за да не пропусна някого неволно) събитие щеше да събере между 30 и 40 хиляди, голямата

част от които щяха да се съберат на Ларгото и да не се приберат месеци наред. Това няма да го чуете в сутрешните блокове, но това е историческата истина. А хаштагът #ДАНСwithme се роди в един чат тук, беше цитиран няколко пъти, а след това „отскочи“ в Twitter, но това разбира се е много трудно доказуемо..



Постът на Асен във Фейсбук, който за мнозина е спусъкът

Позоваваме се на Фейсбук, не просто, защото именно той беше основен източник на информация и пак там се осъществяваше (доколкото имаше такава) координацията на протестите. Позоваваме се на него, защото социалните мрежи имат някои много интересни свойства, които позволяват да се извърши сериозен анализ на процеси, протичащи в общностите и обществата.

Какво може да даде математиката на социалната мрежа и защо е нужно това

What is great in man is that he is a bridge and not a goal.

Friedrich Nietzsche⁶⁾

Първо трябва да направим едно уточнение. Хората изследват социалните мрежи от 30-те години, когато компютри не съществуват, а интернет комуникацията дори не е мечта. Първият социален граф е начертан от Джейкъб Морено (Moreno, 1934), методът е прилаган и от известния антрополог Редклиф-Браун (Radcliffe-Brown, 1952). Самият термин „социална мрежа“ за първи път е употребен в статия от 1954 г. (Barnes, 1954).⁷⁾

Сега да се върнем на Фейсбук. Да приемем, че някой има повече от 1000 – 1500 приятели в листата си. Най-вероятно той познава лично (т. е. извън Фейсбук) не повече 200-300, като от тях е наистина близък с 50-60. Учените предполагат дори още по-малък брой (“Учени разкриха колко истински приятели може да има човек - DarikNews.bg,”). Ако преведем тези данни на езика на социалните мрежи, с хората, с които човек е приятел или по-близък познат, има силна връзка. С останалите – слаба. Но, както показва в своя известна статия Грановетер (Granovetter, 1973), именно хората със слаби връзки са основен разпространител на информация до повече хора. В теорията на социалните мрежи такива хора често биват наричани „мостове“. Тяхната роля е да запълват структурни дупки в социалния граф.⁸⁾ И затова, вероятно, е важно във Фейсбук да имаме повече хора в списъка с приятели, отколкото познаваме лично.

Да дадем едно пояснение. Асен Генов има във фейсбук-листата си около 3500 приятели и още около 7000 последователи (да им обърнем

внимание, това са хора – „мостове“); единият от авторите на тази статия – Роберт Леви има около 2500 приятели и малко над 500 последователи. Като съпоставим тези данни с изследванията на социолозите, става ясно, че няма как с всички тези хора да имаме силни връзки.

Друг пример. Двамата съавтори – Роберт Леви и Лъчезар Томов са станали приятели във Фейсбук през 2015 година, т. е. след протестите. Пак позовавайки се на социалните изследвания и на статистиката, общите приятели, с които и двамата имат силни връзки са пренебрежим брой. Не много вероятно, но напълно възможно е кръговете на двамата (суб-мрежа или субграф) да не са свързани. Тогава в големия граф на българското ФБ-пространство се появява структурна дупка. Именно тя се запълва от хората със слаби връзки. Нещо повече, много често тези хора се оказват важен източник на първоначална информация (Granovetter & Soong, 1983) (за съжаление, също така и на дезинформация и фалшиви новини).

Има значение и какво място заемаме сред приятелите (и последователите) от нашия списък. При определени условия това място може да се определи с термина „централност“.

Съществуват няколко вида централност на даден човек в мрежата и всички те са важни за разбирането на такъв мащабен и сложен процес, какъвто е един протест, организиран през Фейсбук. За въвеждането на тези понятия първо трябва да въведем понятието насочен граф:

Граф е наредена двойка $G := (V, E)$, където V е множество от върхове, а E е множество от двучленни подмножества, наричани ръбове, като всеки ръб свързва два от върховете и асоциацията приема формата на ненаредена двойка (връзките между върховете нямат посоки).

Нареден, насочен граф е граф, при който двучленните подмножества в E образуват наредена двойка, т.е. връзките между върховете имат посока.

Започваме с централност по степен (degree centrality) за даден връх v на графа (1).

$$C_d(v) = deg(v) \quad (1)$$

Тя е равна на степента (degree) на този връх, която се смята като броя на съседните върхове (в социалните мрежи не използваме графи с цикли)

Да разгледаме българското Фейсбук пространство. Ако днес си създадете профил и още не сте добавили нито един приятел, вашата централност по степен е $= 0$. Това означава, че даденият участник в мрежата⁹⁾ е напълно изолиран. Ако вашата централност по степен е $= 1$, това показва, че сте свързани директно с всички останали участници в мрежата, което, разбира се, е невъзможно. Идеята е, че който има повече връзки заема централно положение в мрежата. И тъй като графът на една истинска социална мрежа (т. е. такава, в която участниците са живи хора) е насочен – връзките имат посока, – това поражда някои допълнителни възможности за анализ. Например, по-миналата година имаше измерване на най-влиятелните фигури в нашия фейсбук. Това измерване може да е следното: ако повечето връзки са насочени към актьора (indegree), т. е. повече хора го следят, очевидно става въпрос за някакъв вид знаменитост. Ако връзките са от актьора към другите актьори (outdegree), то тогава говорим за някакъв вид властови отношения. Друг е въпросът, че като изключим някои тирани (Хитлер, Сталин), никой няма само изходящи или само входящи връзки. Измерването на тази централност има един съществен недостатък – то брой връзки, но не отчита тяхното качество. Сред хората, които следят централните фигури, със сигурност има такива, които са хейтъри или тролове. Впрочем, хората със силна входяща или изходяща централност по степен, често са силно харизматични и поради това успяват да организират събития от машаба на протести срещу

правителството на Орешарски, срещу главния прокурор или министъра на културата.

Следва Централност по близост (Closeness centrality), която изследва средно аритметичното разстояние от един връх до другите върхове. Нека d_{ij} е геодезичната пътека между i – тия и j – тия връх, т.е. броя върхове между тях. Тогава централността по близост на i – тия връх е реципрочна на средното геодезично разстояние:

$$C_i = \frac{1}{l_i} = \frac{n}{\sum_j d_{ij}} \quad (2)$$

Тук смисълът е още по-прост. Колкото по-близо се намираш до останалите участници в мрежата, толкова по-лесно е придобиването или разпространението на информация. Какво следва да разбираме под термина „близост“ в мрежата? Двамата съавтори на тази статия са близо един до друг, защото връзката между тях е пряка. Но връзката между които и да е двама участници в мрежата може да е опосредствана и да минава през един или повече актьори. Един отдавнашен експеримент показва, че нормалното разстояние между кои да е двама души не само в дадена мрежа е шест стъпки (Travers & Milgram, 1969; Watts, 2004).¹⁰ Съществено е, че за да бъдеш влиятелен разпространител на информация (или на фалшиви новини), не е достатъчно да притежаваш много връзки, нужно е актьорите, с които си свързан също да имат много.

Централност по посредничество (betweenness centrality) – тя се базира на най – кратките пътеки в графа. Най – кратка пътека е или пътека с най – малко върхове (геодезична пътека) или пътека с най – малка сума на тежестите, ако имаме претеглен граф, в който всеки ръб или ребро имат някаква стойност, тежест. За всяка двойка върхове съществува най – кратка пътека, а централността по посредничество показва броя на най –

кратките пътеки за различни двойки върхове, които минават през даден връх. Ето тук си проличават слабите връзки, които запълват структурните дупки между отделни групи в мрежата. Изчислява се между колко актьори най-прекия или друг път преминава между притежателят на тази централност. Именно той е човек-мост.

Има много други видове централност. Тук бих искал да посоча само още един вид, който е много труден за изчисление – т. нар. „централност по собствен вектор“ (eigenvector centrality). Тя сравнява централността на даден актьор с централността на неговите приятели (Newman et al., 2006; Newman, 2006). Това изчисление е особено важно, ако искаме да разберем как на базата на протеста възникват обединения на хора с висока централност като например Протестна мрежа.

Впрочем, Протестна мрежа възниква като обединение на групи – подгрупи в общата социална мрежа на протеста – както отбелязахме преди те се наричат клика. Всяка клика е пълен граф (т. е. всеки актьор има връзка с другите участници в кликата), който е подграф. Връзките между кликите се осъществяват именно от хората мостове.

Други възможности на физиката на обществото за анализ на протеста

Истинската беда на нашия свят е не това, че е нерационален свят, или че е рационален. Бедата е, че е почти рационален, но не съвсем. Животът не е нелогичност; той е капан за логици. Той изглежда малко повече математически и подреден, отколкото е.

Г.К.Честъртън

Нека разгледаме протеста като струпване на голямо количество хора. Според някои оценки на 14 юни 2013 година, първия ден от

#ДАНСwithme, са присъствали 10 хиляди души (според МВР – три хиляди). Според Марк Грановетер (Granovetter, 1978; Бюканан, 2011) това е рецепта за бунт, за безредици. Грановетер предлага прост модел. Участниците в такива струпвания имат прагове на поведение. Нека ги обозначим с номера от 1 до n . Този, който първи ще хвърли паве срещу полицията има праг = 0 – той няма нужда от друг човек да измеря полицаите, за да предприеме подобно действие. Към него се присъединява този с праг = 1; т. е. той има нужда от един действащ участник, за да започне да действа и той. Към тях се присъединява участник с праг = 2 – ако няма поне двама други мятаци камъни, той няма да се включи. Към тези трима се присъединява онзи с праг = 3 и така до последния, чийто праг ще е = $n-1$.

Веднага се вижда, че тази редица е много крехка. Извадете който и да е номер и редицата нататък се разпада. Особено, ако говорим за по-предни номера.

Какво е общото между този прагов модел и протеста от 2013-2014, които, безусловно беше напълно мирен? – дори в „Нощта на белия автобус“ насилието беше упражнено от полицията, а не от протестиращите (каквото и да говорят на следващия ден политиците в Парламента).

Връзката е в това, че още от самото начало протестиращите сами отстраняваха хората с нисък праг измежду редовете си. Това, разбира се, гарантира мирния характер на протеста, но има и други, не толкова очевидни последици.

Ние вече разглеждахме протеста като мрежа. Сама по себе си всяка мрежа е уязвима на определени атаки. Особено чувствителна е към отстраняване на хора с висока централност по степен, но още по-опасно е отстраняването на хора с висока централност по посредничество (Holme et al., 2007). Това свойство е забелязано от епидемиолозите, които с помощта на анализ на социална мрежа изчисляват кои точки да отстранят и кои

връзки да прекъснат, за да спрат разпространението на епидемии (Ferguson et al., 2003; Granovetter & Soong, 1983; Leventhal et al., 2015; Van Mieghem et al., 2011; Rogers, 2003). От една страна можем да приемем, че участниците в протеста с нисък праг са маргинали и това не би трябвало да му влияе. От друга страна, обаче, както показва Грановетер (Granovetter, 1973), именно маргиналите често са най-активните разпространители на нови идеи и именно техните слаби връзки осъществяват жизнено важното свързване на отделни групи.

Протестът е сложна структура, създаден е от множество групи, често с противоположни странични искания (приемаме, че всички са обединени от искането за оставка на правителството Орешарски). Разкъсването по една или друга причина на връзките между тях води до постепенния му разпад, като през зимата на 2013 вместо първоначалните 10 хиляди или 65-70 хиляди в пика му, по „протестния маршрут“ вървяха между 200 и 300 души. Причината за това е, че човек е същество, което подражава (Бюканан, 2011). Когато една или друга влиятелна група си тръгне, други групи я следват. Хората си тръгват на порции, като вълните са скокообразни и следват модел на Изинг. Това е типичен фазов преход от втори род (Ball, 2004). Приемаме, че първи си тръгват „зелените“¹¹⁾ – хората, за които лятото е време на обиколки по планините и природните резервати и защитени местности. Тръгването на голяма група автоматично води до напускането на други значими групи. От правителството в тази ситуация не се иска нищо друго, освен да чака. На свой ред, очакванията на останалите да протестират, че през септември напусналите групи ще се върнат, се оказват лишени от някои основания, тъй като е скъсана веригата на Грановетер. Протестът е „размагнетизиран“ и му е нужен нов силен магнитен източник, за да се съживи. Такъв източник се оказа студентската окупация на Софийски университет.

В работата на S.-W. Son et.al. се разглежда модел на Изинг за конкретна мрежова структура (Ferromagnetic Random Field Ising Model). В случая със зелените, тръгването им е резултат от напускането на агенти с висока централност от протестната мрежа, която описахме по – горе. Нека приемем, че мрежата G има N върха. Връзките между тях са представени от матрицата на теглата $\{J_{ij} | i, j = 1 \dots N\}$, където $J_{ij} \geq 0$ са теглата на връзките между i –тия и j – тия връх. При мрежа без тегла J_{ij} е матрицата на съседство и приема стойностите 0 или 1. Моделът се описва със следния Хамилтониан¹²⁾ (3)

$$H = -\frac{1}{2} \sum_{i,j} J_{ij} \sigma_i \sigma_j - \sum_i B_i \sigma_i \quad (3)$$

където $\sigma_i = \pm 1$ са спиновете на частиците, а $\{B_i\}$ случайно магнитно поле.

Под въздействието на случайноменящо се магнитно поле, спиновете на частиците се влияят от техните 4 най–близки съседни (една добра апроксимация), съответно, когато няколко съседа променят своя спин, дадена частица също сменя своя с определена вероятност, зависеща от броя на съседите със същия спин и температурата. Смяната на състоянието на системата се случва, чрез т.нар. фазов преход, което означава, че за много кратко време всички частици сменят стойността на спина си, тъй като всяка следваща промяна допринася за по–лесна промяна у съседите (всеки електрон се влияе от четирите си най–близки съседа в електронната решетка) и се получава положителна обратна връзка, водеща до внезапна промяна – в теоретичия случай с безкрайна скорост. Оригиналният модел е създаден за електронна решетка, а в случая имаме социална мрежа. Това е достатъчно като приближение, ако приемем, че в социалните мрежи мнението на хората, чиято посока е аналогична на спина, се влияе от четиримата им най–близки приятели (с които взаимодействуват най–много и от най–дълго време).

Едно опростяване на този модел е заместването на случайното поле с външно поле, което в нашия случай представлява разликата между очакванията на протестиращите V и реално получения резултат W по аналогия с модела на Галам за стачките, където тези очаквания са за определено ниво на заплащане.

$$B = W - V \quad (4)$$

$$H = -\frac{1}{2} \sum_{i,j} J_{ij} \sigma_i \sigma_j - B \sum_i \sigma_i \quad (5)$$

Неудовлетвореността на даден агент е $-B\sigma_i$. Когато $B > 0$ ако агентът протестира максимално, той има максимално възможната негативна неудовлетвореност $-B$, т.е. удовлетвореност, докато при $B < 0$, за да достигне до максималната негативна неудовлетвореност B , агентът трябва да спре да протестира. Първият случай е активиран при $W > V$, а вторият – при $W < V$. Тук причината за фазовия преход не е резултатът от протеста, а разминаването между него и очакванията на протестиращите, което е проблем, когато те са динамично зависими от него, както бе след оставката на Пеевски и ескалацията на исканията за оставката на правителството.

Моделът на Изинг ползва физическата величина Температура T , която няма точен превод в обществените системи. Предложението на Галам е тя да се смята за обратния елемент на т.нар. социална проницаемост, т.е. високата температура е ниска такава. Социалната проницаемост представлява способността да се предава дадена идея от един човек на други, или лекотата, с която те проникват и обръщат мнението на другите, т.е. т.нар. виралност в социалните мрежи. По-високата проницаемост означава по-голям обхват на корелациите, т.е. по-далечно стоящи електрони имат корелирани спинове и съответно магнетизацията може да обхване по-голям регион – както е показано чрез симулация в Matlab на Фиг.1. Тази виралност зависи от множество

фактори, както от текущото състояние на обществото, така и от естеството на идеята, която се предава, но и от чисто физически, сезонни влияния. Тук предлагаме тази температура да бъде третирана буквално при разпада на протеста, тъй като активността на протестите има пряка сезонна зависимост – високата температура доведе до отлив на ключови фигури от протеста, т.е. наистина причини неговото размагнетизиране. Изинг моделът е по-устойчив върху социална мрежа, отколкото върху типичната решетъчна структура при физическото явление феромагнетизъм (Dorogovtsev et al., 2007).

Важен параметър за макроскопичното състояние на системата, ползван от Галам в модела на стачката и приложим тук, (разпадането на протеста се разглежда като спонтанно нарушаване на реда) е параметърът на подреденост, който представлява средната стойност на спиновете:

$$M = \frac{1}{n} \sum_i \sigma_i \quad (5)$$

За $M \neq 0$ имаме подредена фаза, докато при $M = 0$ имаме неподредено състояние на системата. В случая имаме две различни състояния на ред (подредени фази) – за $M < 0$ и $M > 0$, които са симетрични. $M > 0$ е подреденото състояние при съществуващ протест, а $M < 0$ – при спрял протест. Взимането на средна стойност на спиновете за състояние на подреденост е приближение, когато става дума за скалируеми мрежи от хора, а не за решетки от електрони, но за целта на дискусиата е достатъчно.

Функцията на недоволство от резултатите на протеста $F(M)$ можем да въведем по подобие на модела на стачката на Галам, при който тя е еквивалентна на свободната физическа енергия от оригиналния модел за феромагнетизма. Тази функция има два минимума, единият при $M > 0$, другият при $M < 0$. Когато разликата между очакванията на

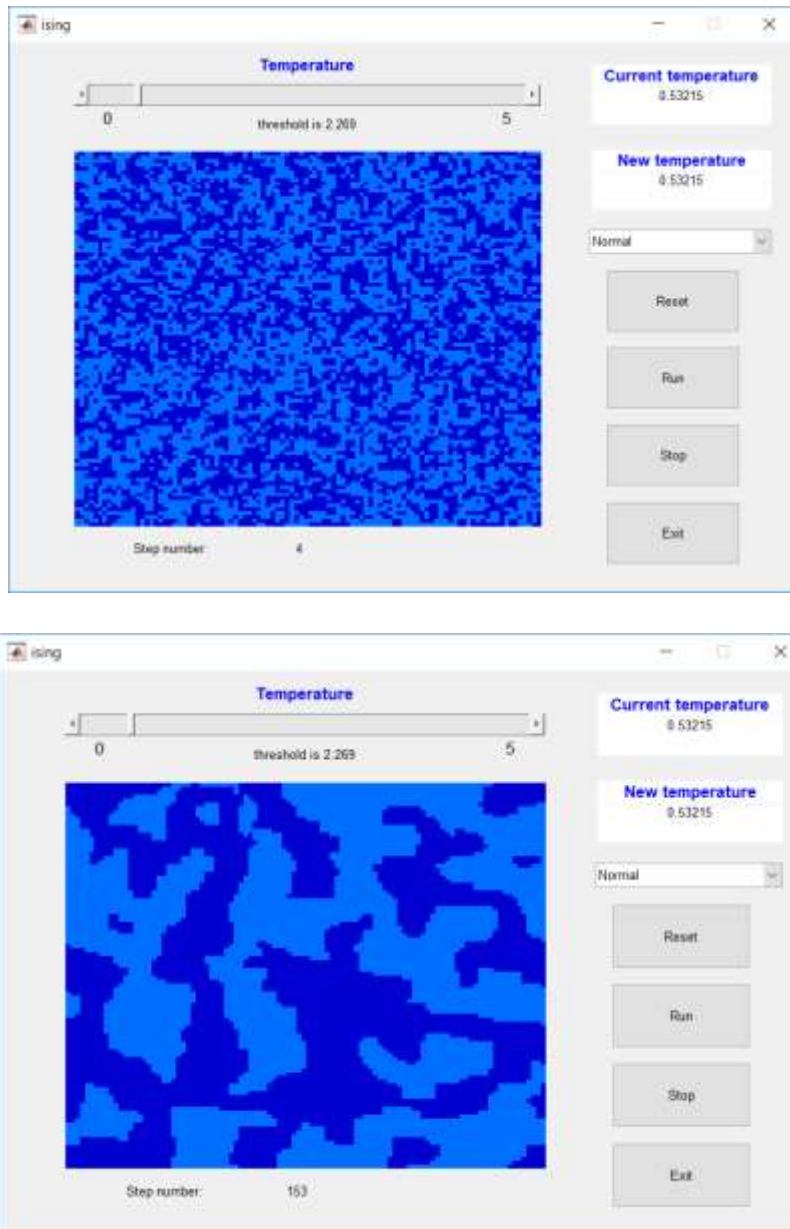
протестиращите и резултатите от протеста е отрицателна, т.е. той надхвърля очакванията им, минимумът при $M > 0$ е абсолютният / по – голям от другия минимум / и хората са на улицата. С времето очакванията нарастват и (4) става отрицателен, което превръща минимума при $M > 0$ от абсолютен, в локален – системата е метастабилна. Най–малката промяна, като напускане на ключови протестиращи, може да доведе до преход към абсолютния минимум при $M < 0$ и спиране на протеста. Така протестът след оставката на Пеевски дълго време бе в метастабилно състояние, докато температурата се повиши и част от лидерите спряха да идват през лятото.

Моделът на Изинг за магнетизма с модификацията на Галам обяснява и внезапното „избухване“ на протеста (експлозията също е верижна реакция с фазов преход) поради метастабилното състояние на обществото с нарастващата във времето разлика между очакванията, създадени от новото правителство и действията му, като назначаването на Делян Пеевски за шеф на ДАНС бе този стимул, който извади системата от локален екстремум и я хвърли в състояние на протест.

Симулацията на магнетизацията на 14.06.2013, както и на размагнетизирането на протеста по описания модел са показнай на Фиг.2 без външно поле и на Фиг.3 с външно поле и метастабилност. Разликата между очакванията и резултатите на протестиращия в тази симулация се мени също с фазов преход между стойностите 0,1 и -1 не само за простота, но и отразявайки разбирането на авторите, че съзнателните когнитивни процеси също подлежат на спонтанна реорганизация тъй като самият мозък е самоорганизираща се, сложна система, вероятно най–сложната.

Моделът на Изинг за магнетизма намира през последните десетилетия широко приложение при обяснения на социални процеси (и не само социални – вж. например (“Екологичните "флаш мобове" се описват с модел на феромагнетизма,” n.d.). Серж Галам и

Катажина Шнайд-Верон го използват за изследване на общественото мнение и формиране на предизборни нагласи (Galani, 2012; Nyczka & Sznajd-Weron, 2013; Sznajd-Weron, 2005; Sznajd-Weron & Sznajd, 2001).



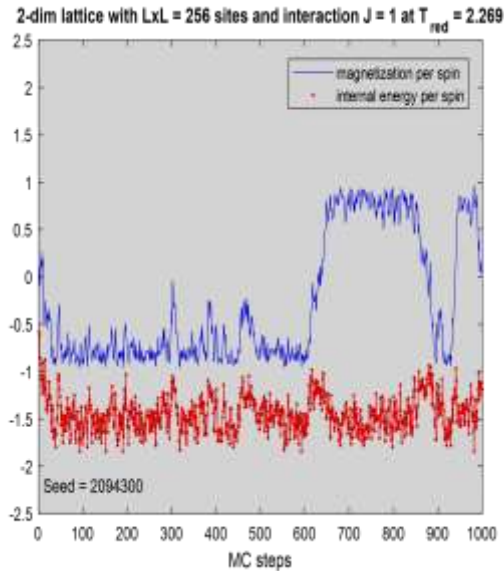
Фигура 1. Начално и крайно състояние на електронна решетка със случайно магнитно поле при температура под критичната температура на Кюри

Моделът „Шнайд“, наречен още „обединени печелим, разединени губим“, илюстрира динамиката на общественото мнение, като използва методи от статистическата физика.¹³⁾ Най-общо можем да го сведем до следните постановки: а) в случай на нормативно социално влияние (социално валидиране) ако двама души споделят едно и също мнение, то съседите им започват да го приемат; б) в случай на разногласие, ако група съседи са на различно мнение помежду си, то съседите им започват да спорят с тях (Sznajd-Weron, 2005; Sznajd-Weron & Sznajd, 2001). Моделът е разширение на този на Изинг с добавяне на социална валидация – ако двама души споделят едно и също мнение, техните съседи започват да споделят мнението им. Ако група от съседни хора не са съгласни, техните съседи започват да спорят с тях. Това по същество е „превод“ на магнетизацията (обръщането на спиновете на електроните) и не се отличава съществено от модела на стачката на Галам.

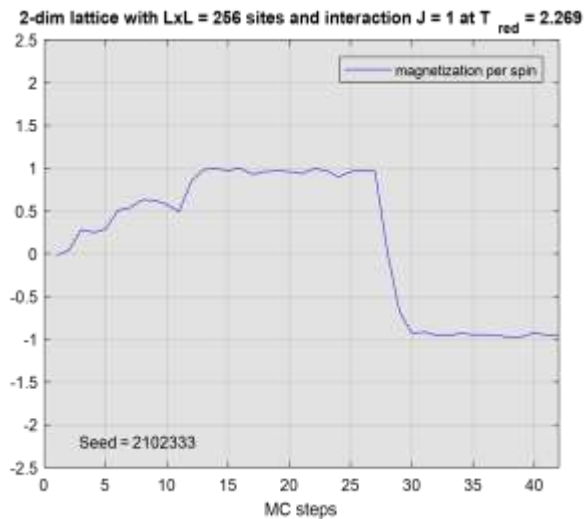
Ако $\sigma_i = \sigma_{i+1}$, то и $\sigma_{i-1} = \sigma_i$ и $\sigma_{i+2} = \sigma_i$ – ако двама души са в съгласие, то и техните съседи се съгласяват с тях.

Ако $\sigma_i = -\sigma_{i+1}$, то и $\sigma_{i-1} = \sigma_{i+1}$ и $\sigma_{i+2} = \sigma_i$ – ако двама души са на противоположно мнение, то и техните съседи са в несъгласие с тях и съответно в съгласие с този от двамата, който не им е съседен.

Сега да си спомним разногласията, които възникнаха на протеста между привържениците на ГЕРБ и другите групи в протеста – привърженици на „традиционната“ десница (Реформаторския блок), привърженици на Зелените и ничии привърженици. Каквото и да разправяше постфактум Борисов (“Бойко: Какъв КОЙ? На улицата останаха 100 протестиращи, като дръпнахме ГЕРБ | Политика | OFFNews.bg.”), със сигурност може да се каже, че на протеста привържениците на ГЕРБ бяха малцинство.

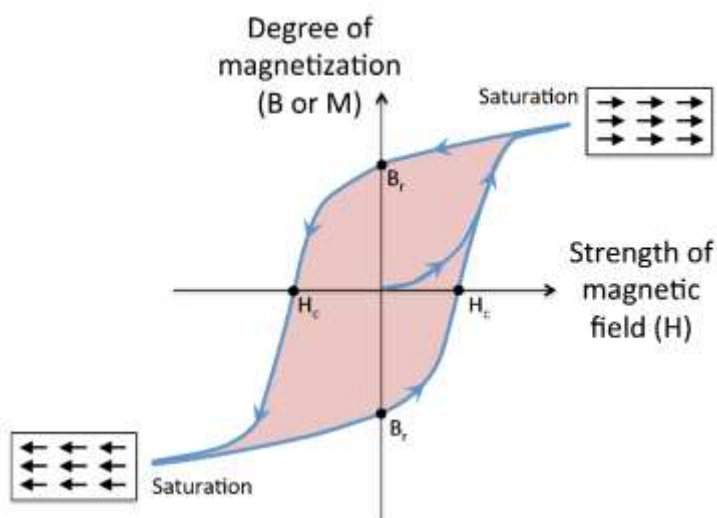


Фигура 2. Спонтанна магнетизация при критичната температура (избухването на протеста) и размагнетизиране при $B = 0$ или при граничния случай между стабилност и метастабилност (програмен код на Jutta Luettmer-Strathmann). В синьо е параметърът на подреденост M



Фигура 3. Спонтанна магнетизация при критичната температура (избухването на протеста), когато $B = 1$ (с рязък преход от началната стойност когато $B = 0$ в стъпка 11 и размагнетизирането на протеста през лятото, когато с рязък преход B става отрицателно $B = -1$ Тук температурата остава равна на критичната за простота на разглеждане

Може би тук е моментът да припомним, че моделът на Изинг се отнася до магнетизма и подреждането на атомите, като ги групира по посока и спин (Бюканан, 2011). Така че, когато протестът тръгна надолу, студентската окупация на Университета изигра ролята на мощен магнитен източник, който отново зареди и препореди частиците, които съставляваха протеста. Тъй като при този модел има хистерезис (Фиг.4), веднъж размагнетизираният протест му трябва по-силно от началното взаимодействие, за да се магнетизира. Тази „памет“ е и обяснение защо когато протестите напълно затихнаха след изборите 2014 е много по-трудно да започнат сега – трябва по-силно недоволство, отколкото през 2013, за да възникнат.



Фигура 4. Хистерезисна крива при модела на Изинг – След първоначално магнетизиране и демагнетизиране, втори цикъл се осъществява при по-голяма сила на магнитното поле – т.нар. коерцетивност H_c , която е размерът на съпротивлението към магнетизиране или де-магнетизиране

Протестът може да се разглежда и като динамична дисипативна система (в нашия случай това ще разбираме като състояние, което възниква в неравновесна среда при условията на разсейване на енергията,

постъпваща отвън). Във физиката и биохимията тя често се нарича „неравновесна отворена система“ – и точно това е протестът. Най-точно казано, той е сложна и при това хаотична структура. (Много важно е да отбележим, че като всяка дисипативна система протестът може да възстановява стабилното си състояние.)

Като употребихме изразът „хаотична структура“, имаме предвид, че протестът се подчинява на математиката на теорията на хаоса и към него може да бъде приложено т. нар. „Дърво на Фейгенбаум“, пряко свързано с логистичното диференчно уравнение (May, 1976).

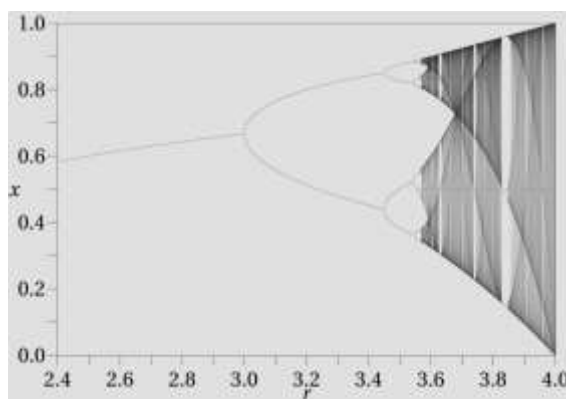
$$X(k + 1) = aX(k)(1 - X(k)) \quad (6)$$

Тук $X(k) \in [0,1]$ е относителният дял на популацията, който в следващия период от време е пропорционална на скоростта на нарастване a и стойността му в предишния период по нелинейна зависимост. Стойностите на тази скорост в интервала $a \in [0,4]$ определят хаотичното поведение на населението, в зависимост от началната популация $X(1)$, а в някои случаи и независимо от нея.

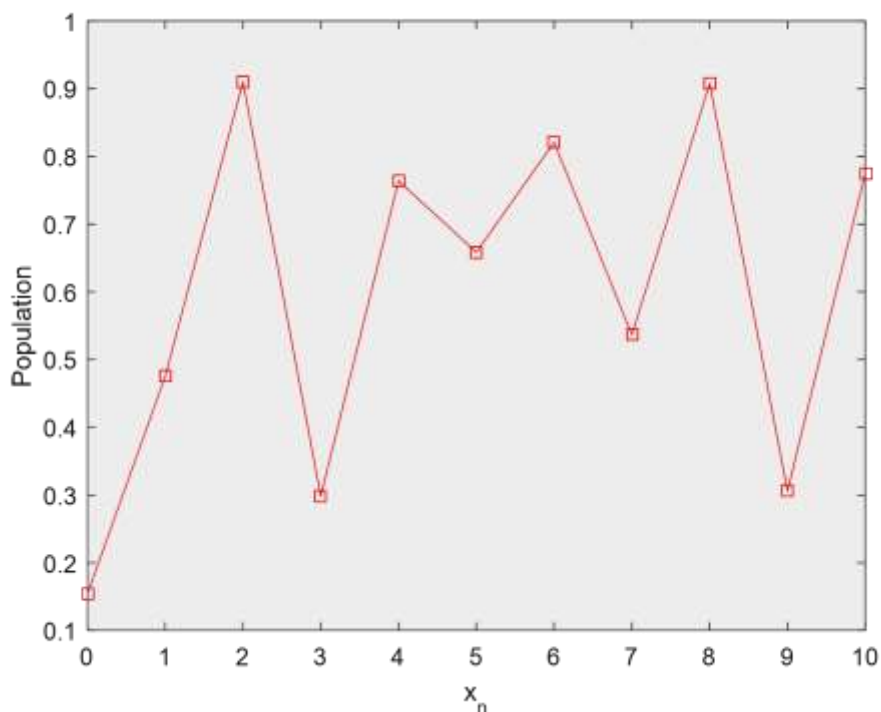
Да дадем един пример. Както вече казахме, протестът се развива от 10 хиляди до 65 хиляди. Приложим ли уравненията на Фейгенбаум, ще получим, че още преди пика си протестът стига точка на бифуркация – Фиг. 5. В тази точка измененията вече са необратими. (Любопитно е, че нощта на окупацията на Университета също може да се разглежда като момент на възникване на бифуркация). Получава се познатият в математиката, физиката и други науки хаос. Причината е в бързото нарастване, или голямата стойност на $a > 3.5$, която определя възхода от около 1/7 до пълния потенциал на протеста (ако приемем 65000 за максималния протестен потенциал, което е съвместимо с относителния дял на протестиращите в Турция или Румъния в близки периоди от време)

– Фиг.6. Този модел има някои ограничения, тъй като разглежда популацията на протеста като затворена система, която зависи изцяло от началната бройка и скоростта на нарастване, която тук е константа. Можем да вържем този модел с модела на Изинг, като приемем, че стойността на параметъра важи за стойност на температурата под критичната, над която следва магнетизиране. Възпроизвеждането на протестиращи тук става чрез убеждаване на познати (свързани хора в социалната мрежа), които да заместват напускащите, т.е. докато системата се намира първо в глобален, а после и в локален минимум по време на нейната метастабилност. Можем да вземем периодична функция вместо константа на мястото на параметъра a и да получим различни стойности за броя протестиращи след периода, в който магнетизирането (или съгласието в мненията по Шнайд-Верон) престават да работят поради липса на ключови фигури в мрежата или променена стойност на функцията на очакванията (разочарование от протеста над прагова стойност).

$$X(k + 1) = a \left(\sin \frac{k\pi}{4} + b \right) X(k)(1 - X(k)) \quad (7)$$



Фигура 5. Диаграма на бифуркациите за $a = r$. За различни стойности на параметъра относителният дял на населението осцилира около 8, 16 или 32 стойности в хаотични колебания

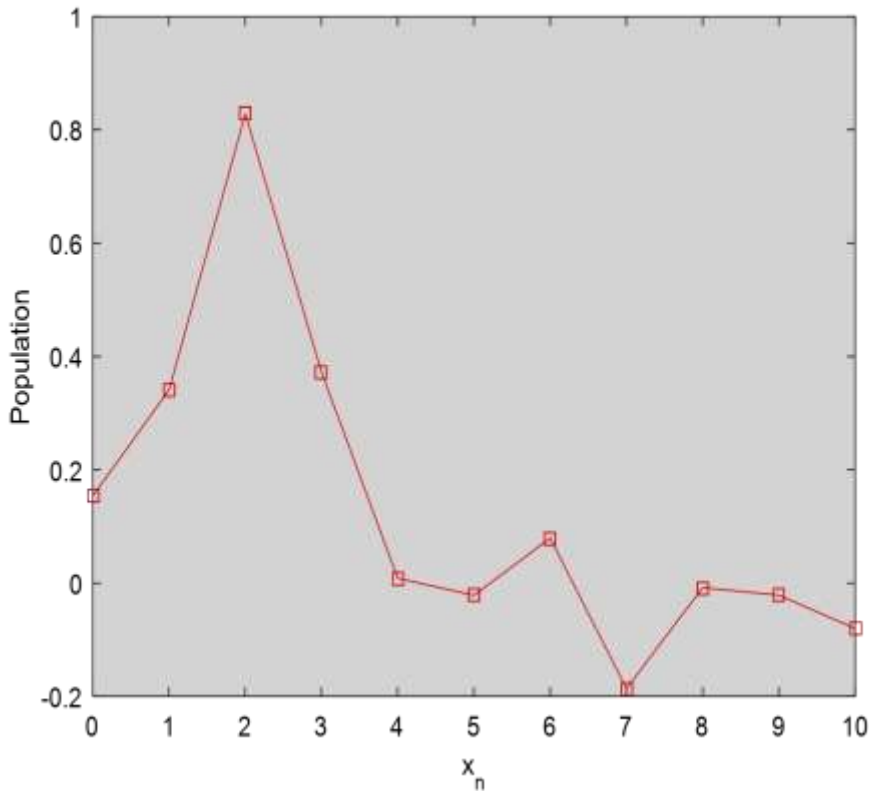


Фигура 6. Колебания на дела на протестиращите по месеци при стойност на параметъра $a = 3.65$ с начален дял протестиращи 10000/65000

Още една възможност е да погледнем на протеста през теория на катастрофите. В самото му начало имаше момент, в който той можеше рязко да се срине. Защо? Защото в него се блъскаха твърде много искания, някои от които рязко си противоречаха – за ГЕРБ - против ГЕРБ, националистически искания (уж против ДПС, но с лозунги срещу “турците”), дори искане за безусловен базов доход.

Ако сега приемем, че всяко едно искане е атрактор за системата Протест, то натрупването на множество атрактори превръща системата в нестабилна. Както показва Николай Витанов, в един атракторен басейн може да съществува само един стабилен атрактор (Витанов et al., 2008). В случая с протеста този единствен стабилен атрактор е оставката на

правителството “Орешарски”. Люлеенето на системата към други атрактори крие риска от изхвърчането ѝ от атракторния басейн.



Фигура 7. Изменение на дела на протестиращите по месеци за (7) с $a = 3.65$, $b = 0.01$ и начален дял протестиращи $10000/65000$

И още една възможност за прилагане на теория на катастрофите – “Нощта на белия автобус”. По-горе вече показахме как протестът сам отстраняваше хората с нисък праг (по Грановетер) от редиците си. Именно това може да доведе до катастрофично състояние. Това е показано математически в социалните науки чрез т. нар. “Витло на Уитни” (Фиг. 8).

Първоначално протестът и органите на реда имат ясно изразена позиция един към друг, съобразно собствените си цели. Тяхното поведение е достатъчно прогнозируемо – колкото повече се засилва

напрежението между тях, те заемат или активна, или пасивна позиция в съответствие с началното състояние на системата. Ако протестът иска да постигне успех, той трябва да приеме активна позиция. Но с изваждането на хората с нисък праг от редиците, протестът се оказва в неутрална позиция. Когато напрежението се повиши, първоначалното му поведение остава уравновесено – нито нападение, нито отстъпление, но само за известно време. Стигне ли се до критичен момент обаче, съвсем незначително събитие може да тласне системата в едната или в другата крайност. Това е метастабилното състояние на системата от модела на Изинг при което изразът (4) е отрицателен – очакванията на протестиращите са се повишили след оставката на Пеевски, но други отстъпки няма и системата е в локален, но не глобален минимум. Такова събитие за протеста беше “Нощта на белия автобус”. Ако в този момент хората с нисък праг бяха в редиците на протестиращите, беше много вероятно това да е точката на бифуркация, отвъд която двете противопоставящи се страни нямаше да имат възможности за отстъпление и с висока степен на прогнозируемост можеше да се предположи, че целите на протеста щяха да бъдат достигнати много по-рано, с което системата отново да бъде върната в глобално стабилно състояние – завършване на протеста с успех.

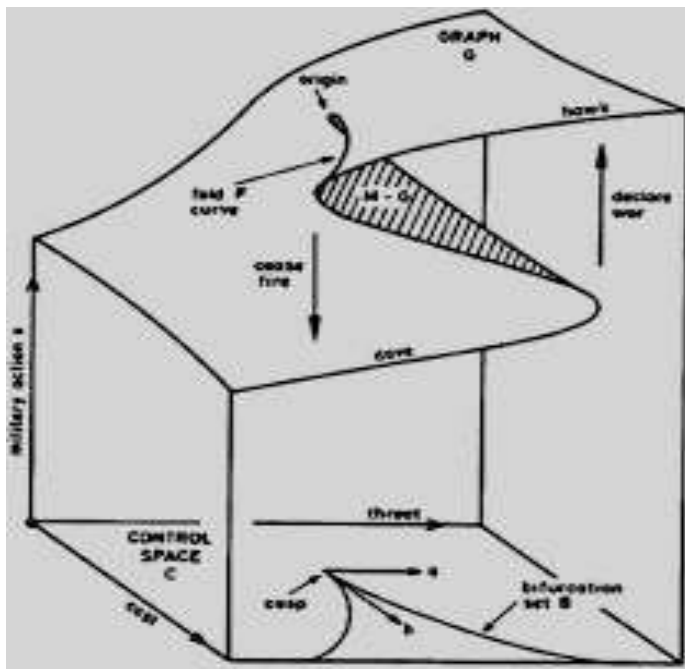
Малко по-горе изникна думата „малцинство“. Тя е изключително важна за разбирането на факта, че макар протестът да изигра много важна роля, в крайна сметка кабинетът Орешарски беше свален не от него, а от единия от двамата коалиционни партньори – в случая от ДПС.

Може да се поспори доколко в първите дни заявената цел на протеста – оставка на правителството е била достатъчно популярна сред българското общество. Фактът е, че тя, както и самият протест бавно, но сигурно трупаха подкрепа. Някои от занимаващите се с математическа

социология учени са извели прости уравнения, за да измерят тази динамика (Колесин, 2007) (8)-(9).

$$\frac{dM'}{dt} = -gM'N_2, \frac{dM}{dt} = gM'N_2, M + M' = H_r = \text{const} \quad (8)$$

$$\frac{dM}{dt} = g(H_r - M)N_2 \quad (9)$$



Фигура 8. Витло на Уитни

Тук M е броят на хората, които подкрепят протеста, M' - които все още не го подкрепят. N_2 е броят на протестиращите, а g е параметър, свързан с интензивността на „привикване“ към протестиращите (доколкото това е модел на интегриране на субкултура към господстваща култура или по-точно на реакцията на членовете на господстващата култура). Скоростта, с която броят на одобряващите нараства, зависи от този параметър, от броя на неодобряващите, който се изменя с изменение на одобряващите и от броя на протестиращите (носителите на

субкултурата). В случая приемаме броя на протестиращите за константа, което прави (8) линейно диференциално уравнение с постоянни коефициенти, което има аналитично решение (10)

$$M(t) = c_1 e^{-gN_2 t} + H_r \quad (10)$$

Тук c_1 е константа, чиято стойност се определя от началното условие $M(0) = ?$

Този модел е линейна апроксимация на зависимостта между броя на протестиращите и броя на хората, които подкрепят протеста и можем да я приемем за „добра“, когато N_2 е константа или функция на времето с ограничена скорост на изменение, например $N_2 = c_2 t + c_3$. В този случай аналитичното решение (11) има много по – бърза сходимост към установената стойност на одобрение

$$M(t) = c_1 e^{-g\left(c_2 \frac{t^2}{2} + c_3 t\right)} + H_r \quad (11)$$

В случая с протеста DansWithMe, можем да изчислим интензивността на привикване на протестиращите, ако приемем линейно нарастване на броя протестиращи и използваме следните груби числа:

N_2 – 10000 до 70000 за 50 дни (от 14-ти юни до началото на август), одобрение на протеста – 30 до 65% от 6956890 или от 2087067 до 4521979

$$N_2(0) = c_3 = 10000, N_2(50) = c_2 50 + 10000 = 70000, c_2 = 1200$$

$$M(0) = c_1 + H_r = c_1 + 6956890 = 2087067$$

$$c_1 = -4869823$$

$$M(50) = -4869823e^{-g\left(1200\frac{50^2}{2}+10000.50\right)} + 6956890 = 4521979$$

$$M(50) = -4869823e^{-g2000000} + 6956890 = 4521979$$

$$-4869823e^{-g2000000} = -2434911$$

$$e^{-g2000000} = \frac{2434911}{4869823}$$

$$-g2000000 = \ln\left(\frac{2434911}{4869823}\right)$$

$$g = -\frac{\ln\left(\frac{2434911}{4869823}\right)}{2000000} = 0.000000346573693$$

Тази линейна функция за подкрепящите протеста е удобна, но не особено практична, тъй като тя предполага неограничено нарастване. Тъй като знаем, че краен процент от хора биха могли да бъдат активно протестиращи (Ablameiko et al., 2009; Dash & Samal, 2008; Gurak & Logie, 2003), по-удобна ще е експоненциална функция от типа $N_2 = c_2 + c_3e^{-c_4t}$, $c_2 = 70000$, $c_3 = -60000$; Тогава решението ще е дадено в израза (11)

$$M(t) = c_1e^{-g(c_2t+c_3e^{-c_4t})} + H_r \quad (11a)$$

$$g = \frac{c_4 \ln\left(\frac{H_r - M(0)}{c_1}\right)}{c_3} \quad (11b)$$

Приемаме, че 70000 е максималният брой протестиращи и той е установен за 50 дни. Тъй като експоненциалната част клони към нула, но не става нула, можем да определим c_4 от изискването за достигане на установената стойност в рамките на някаква грешка γ

$$c_3e^{-c_4t_{max}} = \gamma \quad (12a)$$

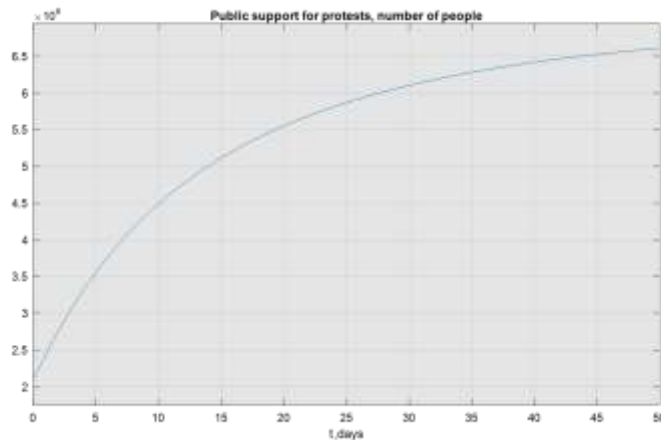
$$e^{-c_4t_{max}} = \frac{\gamma}{c_3} \quad (12b)$$

$$c_4 = \frac{-\ln\left(\frac{\gamma}{c_3}\right)}{t_{max}} \quad (12\text{в})$$

В нашия случай ако приемем грешка от 5%, т.е. за 50 дни сме достигнали 95% от 70000 души)

$$c_4 = \frac{-\ln\left(\frac{3500}{60000}\right)}{50} = 0.0568 \quad (12\text{г})$$

От $M(0) = 2087067$ и $M(50) = 6956890 * 0.95$ $c_1 = 2619070$, $g = 0.0000005871590644677902794997483326929$. Графиката на получената функция е показана на Фиг.9.



Фигура 9. Нарастване на подкрепата при вариант с решение (11)

По-добре би било вместо линейните уравнения на Колесин да използваме Изинг модел (Шнайд – Верон или Галам), при който одобрението нараства скокообразно аналогично на фазов преход.

Тази подкрепа дава още една идея за анализ на протеста с инструментариума на физиката на обществото.

При един сблъсък между малцинство и мнозинство, много често едно заинаило се малцинство печели .(Galani & Jacobs, 2007b, 2016).¹⁴⁾

Как това се съотнася с протеста? На пръв поглед именно протестиращите са малцинство – петдесетина хиляди в София и още около десетина хиляди (ако тази цифра не е силно завишена) в страната. Само че, това впечатление е измамно. Ако се съди по социологическите проучвания, в малцинство бяха привържениците на кабинета Орешарски (Алфа Рисърч; НЦИОМ). Проправителствената агенция Галъп даваше други данни (Галъп), но изборите за Европейски парламент показаха действителността.

Заклучение

Настоящата статия е опит за анализ на протеста, въпреки че отвсякъде ни отказаха да дадат по-точни данни, с които да работим. Тя е заявка за сериозен такъв, като се използва един нов инструментариум, когато има точни данни. Целта ни беше да покажем как социални и политически явления могат да бъдат изследвани чрез комбинираното действие на социалните и точните науки. Съвременният интердисциплинарен подход запълва пропасти, които, за съжаление, в България са и по-широки, и по-дълбоки, отколкото навсякъде другаде по света.

Двамата съавтори, единият от които антрополог, а другият математик, се надяват настоящата статия да е само първият им съвместен текст в задълбоченото изследване на процесите, развиващи се в динамичното ни общество.

БЕЛЕЖКИ

1. http://www.imdb.com/title/tt0433309/?ref =nv_sr_1

2. Моделът на Изинг е математически модел от статистическата механика, който изследва намагнетизирането на материали.
3. Агентно-ориентираното моделиране е имитационно моделиране на поведението на група агенти, за да се види как това поведение влияе на цялата система.
4. Любопитно е, че Пастернак допуска – може би умишлено – грешка. Мисълта за историка-пророк е изказана от Август Шлегел.
5. Постът на Асен Генев във Фейсбук се цитира с негово разрешение.
6. Великото у човека е това, че той е мост, а не цел. Фридрих Ницше, „Тъй рече Заратустра“
7. За тези, които се интересуват от история на науката и в частност от анализа на социалните мрежи със сигурност много полезно ще е (Freeman, 2004).
8. Тук трябва да кажем, че в математиката съществува отделен дял, наречен „теория на графите“, много от чиито методи се използват за анализ на социална мрежа, доколкото тази мрежа може да се изобрази визуално именно като граф.
9. В теорията тези участници се наричат „актьори“ или „агенти“. Стремим се да избягваме втората дума, заради отрицателните конотации, с които е натоварена.
10. Любопитен вариант на теорията за шестте стъпки или т. нар. small world е числото на Кевин Бейкър (вж. например Гладуел (2008)).
11. Тук нямаме предвид политическата партия, а хора с екологична нагласа.
12. Хамилтонианът, кръстен на Уилям Роуън Хамилтон е сумата от кинетичната енергия на всички частици и потенциалната им енергия, свързана със системата.
13. За приложенията на статистическата физика в социалните науки вж. (Castellano et al., 2009).

14. <https://medium.com/incerto/the-most-intolerant-wins-the-dictatorship-of-the-small-minority-3f1f83ce4e15>

ЛИТЕРАТУРА

- Болл, Ф. (2008). *Критическая масса: как одни явления порождают другие*. Москва: Гелеос.
- Бюканан, М. (2011). *Социалният атом*. София: Изток-Запад.
- Витанов, Н., Димитрова, З. & Панчев, С. (2008). *Социална динамика без формули*. София: Акад. изд. "Проф.Марин Дринов."
- Гладуел, М. (2008). *Повратната точка: как малките неща могат да доведат до големи промени*. Пловдив: Жанет 45.
- Дичев, И. & Спасов, О. (съст.). (2011). *Нови медии – нови комуникации*. София: Отворено общество.
- Градосельская, Г.В. (2004). *Сетевые измерения в социологии: учебное пособие*. Москва: Издательский дом Новый учебник.
- Клисаров, П. (2014). *Огледало на протестите 2013-2014: демаскирането*. София: Изток-Запад.
- Колесин, И.Д. (2007). *Математические модели субкультур*. С.-Петербург: Изд-во С.-Петерб. ун-та.
- Смилов, Д., & Вайсова, Л. (Eds.). (2013). *Протестът: анализи и позиции в българската преса - лято 2013*. София: Изток-Запад.
- Хакен, Г. (1980). *Синергетика*. Москва: Мир.
- Хейлз, Н.К. (2005). *Как ние се превърнахме в постчовеци: виртуалните тела в кибернетиката, литературата и информатиката*. София: Семарш.
- Ablameiko, S., Kalosha, N., Bratchenya, S., & Lipen, V. (2009). New e-voting technologies presenting a democratic alternative to mass riots (pp. 85-96). In: *9th Eastern European E/Gov. Days*. Ljubljana: Austrian Computer Society.

- Ball, P. (2004). *Critical mass: how one thing leads to another: being an enquiry into the interplay of chance and necessity in the way that human culture, customs, institutions, cooperation and conflict arise*. London: Heinemann.
- Barnes, J. A. (1954). Class and committees in a Norwegian island parish. *Human Relations*, 7, 39–58.
- Berkowitz, S.D. (1983). *Introduction to structural analysis: the network approach to social research*. Amsterdam: Elsevier.
- Castellano, C., Fortunato, S. & Loreto, V. (2009). Statistical physics of social dynamics. *ArXiv: 0710.3256*.
- Chakrabarti, B.K, Chakraborti, A. & Chatterjee, A. (2006). *Econophysics and sociophysics: trends and perspectives*. Weinheim: Wiley-VCH.
- Coleman, J.S. (1964). *Introduction to mathematical sociology*. New York: Collier – Macmillan.
- Dash, K.C & Samal, K.C. (2008). New mega projects in Orissa: protests by potential displaced persons. *Social Change*, 38, 627–644.
- Devlin, K. & Lorden, G. (2007). *The numbers behind NUMB3RS: solving crime with mathematics*. New York: Plume.
- Dogorevtsev, S.N., Goltsev, A.V. & Mendes, J.F.F. (2007). Critical phenomena in complex networks. *ArXiv: 0705.0010v6*.
- Ferguson, N.M., Keeling, M.J., Edmunds, W.J., Gani, R., Grenfell, B.T., Anderson, R.M. & Leach, S. (2003). Planning for smallpox outbreaks. *Nature*, 425(6959), 681–685.
- Freeman, L.C. (2004). *The development of social network analysis : a study in the sociology of science*. Vancouver: Empirical Press.
- Galam, S. (2012). *Sociophysics: a physicist's modeling of psycho-political phenomena*. New York: Springer.
- Galam, S. & Jacobs, F. (2007). The role of inflexible minorities in the breaking of democratic opinion dynamics. *Physica A*, 381, 366–376.

- Geyer, F. & van der Zouwen, J. (2001). *Sociocybernetics: complexity, autopoiesis, and observation of social systems*. Westport: Greenwood Press.
- Gilbert, G.N. & Troitzsch, K.G. (2005). *Simulation for the social scientist*. Maidenhead: Open University Press.
- Goldstone, R.L. & Janssen, M.A. (2005). Computational models of collective behavior. *Trends Cognitive Sci.*, 9, 424–430.
- Granovetter, M.S. (1973). The strength of weak ties. *Amer. J. Sociology*, 78, 1360–1380.
- Granovetter, M. (1978). Threshold models of collective behavior. *Amer. J. Sociology*, 83, 1420–1443.
- Granovetter, M. & Soong, R. (1983). Threshold models of diffusion and collective behavior. *J. Math. Sociology*, 9, 165–179.
- Gurak, L.J. & Logie, J. (2003). Internet protests, from text to web (pp. 25-46). In: McCauley, M. & Ayers, M.D. (Eds.). *Cyberactivism: online activism in theory and practice*. New York: Routledge.
- Holme, P., Kim, B.J., Yoon, C.N. & Han, S.K. (2007). Attack vulnerability of complex networks. *Phys. Rev. E*, 65, art. no. 056109.
- Hoppensteadt, F.C. (1975). *Mathematical theories of populations: demographics, genetics, and epidemics*. Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Kazienko, P. & Chawla, N. (2015). *Applications of social media and social network analysis*. Dordrecht: Springer.
- Klüver, J. (2000). *The dynamics and evolution of social systems: new foundations of a mathematical sociology*. Dordrecht: Springer.
- Leventhal, G.E., Hill, A L., Nowak, M.A. & Bonhoeffer, S. (2015). Evolution and emergence of infectious diseases in theoretical and real-world networks. *Nature Commun.*, 6, art. no. 6101.
- May, R.M. (1976). Simple mathematical models with very complicated

- dynamics. *Nature*, 261(5560), 459-467.
- Moreno, J.L. (1934). *Who shall survive: a new approach to the problem of human interrelations*. Washington: Nervous and Mental Disease Publishing.
- Newman, M.E.J. (2006). Finding community structure in networks using the eigenvectors of matrices. *ArXiv*: physics/0605087.
- Newman, M., Barabási, A.-L. & Watts, D.J. (2006). *The structure and dynamics of networks*. Princeton: Princeton University Press.
- Nyczka, P. & Sznajd-Weron, K. (2013). Anticonformity or independence - insights from statistical physics. *J. Stat. Phys.*, 151, 174–202.
- Pattison, P. (1993). *Algebraic models for social networks*. New York: Cambridge University Press.
- Radcliffe-Brown, A.R. (1952). *Structure and function in primitive society: essays and addresses*. Glencoe: Free Press.
- Rogers, E.M. (2003). *Diffusion of innovations*. Glencoe: Free Press.
- Sznajd-Weron, K. (2005). Sznajd model and its applications. *arXiv*: physics/0503239v1.
- Sznajd-Weron, K. & Sznajd, J. (2001). Opinion evolution in closed community. *ArXiv*: cond-mat/0101130v2.
- Suleiman, R., Troitzsch, K.G. & Gilbert, N. (2000). *Tools and techniques for social science simulation*. Heidelberg: Physica-Verlag.
- Travers, J. & Milgram, S. (1969). An experimental study of the small world problem. *Sociometry*, 32, 425-443.
- Van Mieghem, P., Stevanović, D., Kuipers, F., Li, C., Van de Bovenkamp, R., Liu, D. & Wang, H. (2011). Decreasing the spectral radius of a graph by link removals. *Phys. Rev. E*, 84, art. no.016101.
- von Foerster, H. (2003). *Understanding understanding: essays on cybernetics and cognition*. New York: Springer.
- Watts, D.J. (2004). *Six degrees: the science of a connected age*. New York: W.

W. Norton.

PHYSICS OF SOCIAL CONFLICTS

Luchezar Tomov, Robert Levi

Abstract. The years 2013 and 2014 have been marked by the most prolonged mass protest in the history of Bulgaria. In the present article the dynamics of the protest is investigated with the instruments of socio-physics, applied by an original own combination of known mathematical models, in order to describe its outbreak, dying, re-escalation and fluctuations in the number of protesters.

✉ Dr. Luchezar P. Tomov,
Department of Informatics,
New Bulgarian University
21 Montevideo Str.
1618 Sofia, Bulgaria

E-Mail: luchesart@gmail.com

✉ Mr. Robert Levi, MSc
Lyulin, Bl. 307, ent. B.
1336 Sofia, Bulgaria

E-Mail: levymmr@gmail.com

© 2018 Venets: Author

