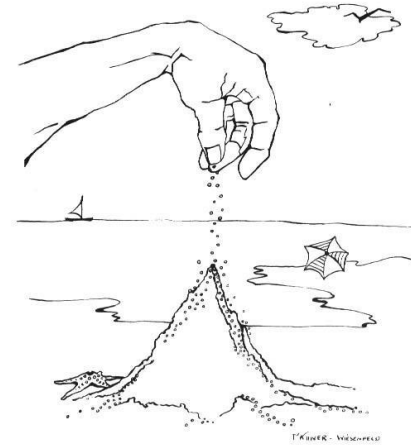


# Центр фрактального моделирования социальных и политических процессов

Дмитрий Жуков, Сергей Лямин, Валерий Канищев,  
Юлия и Евгений Мовчко, Константин Кунавин, Дмитрий  
Михлик

**Приложения теории  
самоорганизованной  
критичности  
в социо-гуманитарных науках**

# Точка бифуркации и критическое состояние



недолговечное статическое равновесие и длительное динамическое равновесие



# КАКИМИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ СИСТЕМЫ, ЧТОБЫ НАХОДИТЬСЯ В СОСТОЯНИИ СОК?

**целостность,  
связанность**

**слабые внешние  
импульсы**

**многокомпонентно  
сть**

**петли обратных причинно-следственных  
связей**

**механизмы самонастройки:  
рост напряжения и  
релаксация**

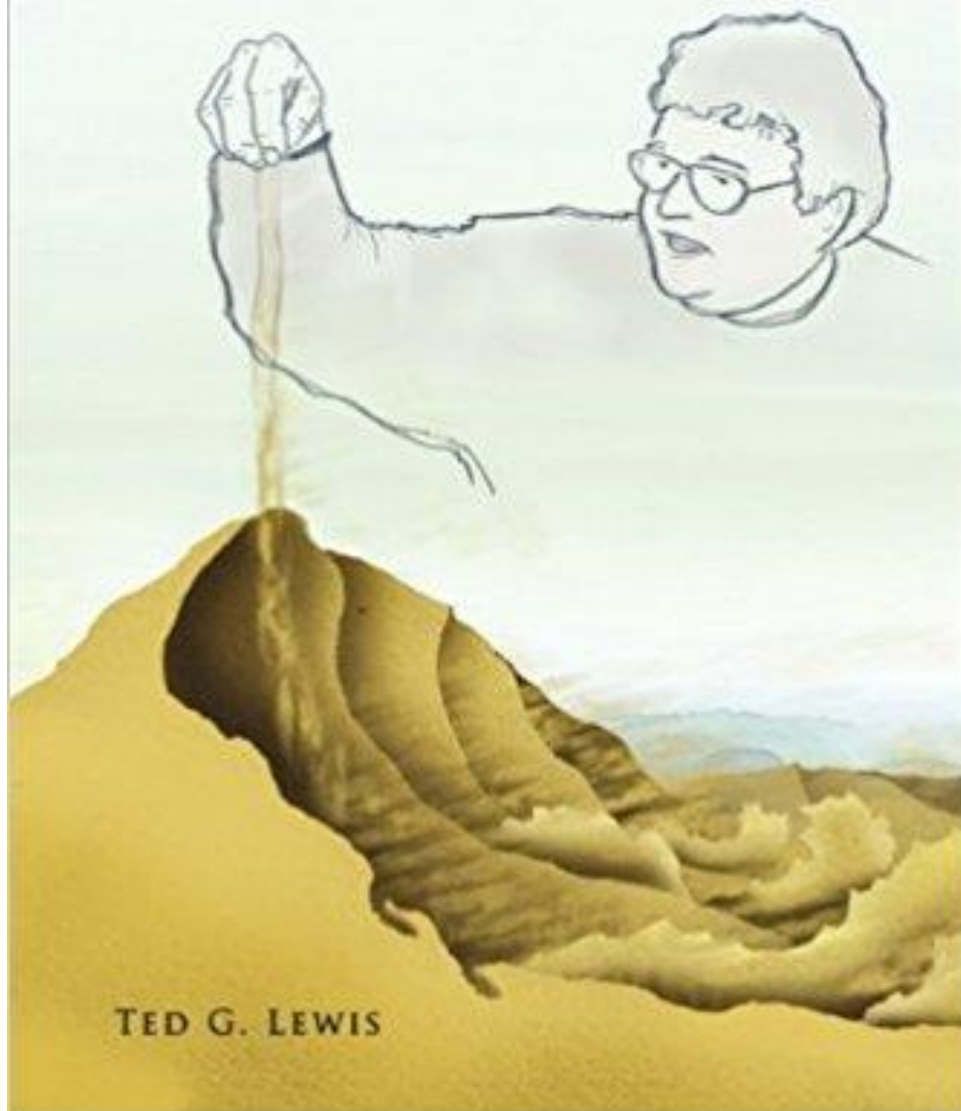
**пограничное состояние  
между хаосом и  
упорядоченностью**



один из создателей  
теории СОК –  
датский физик  
Пер Бак

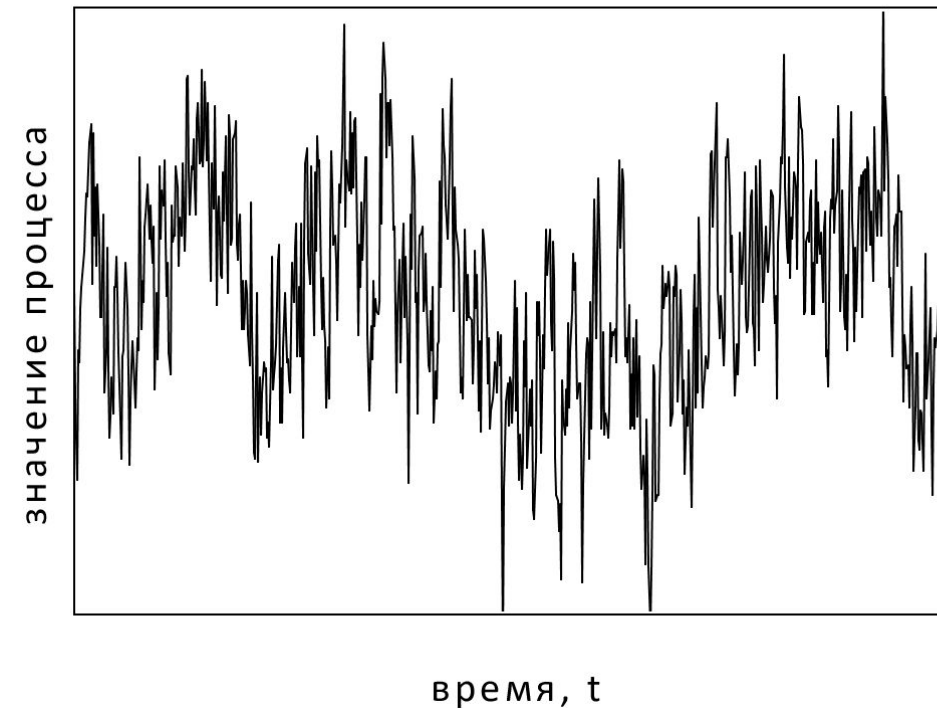
# BAK'S SAND PILE

*Strategies for a Catastrophic World*

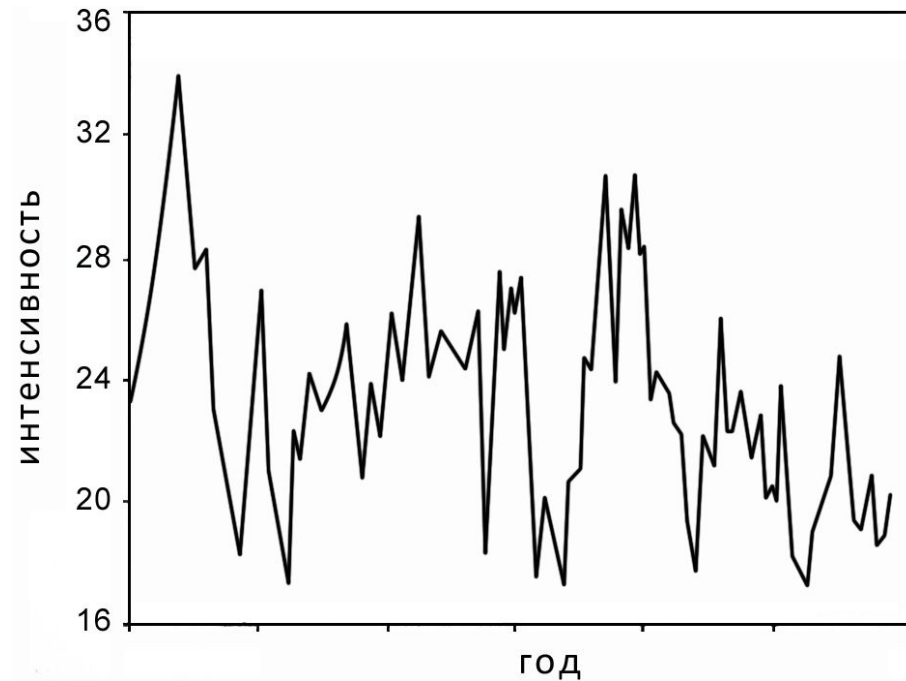


TED G. LEWIS

# розовый шум



искусственный розовый шум  
( $1/f$ -шум)



излучение квазара –  
тоже розовый шум

*Источник: Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. Self-organized Criticality // Physical Review A. 1988. Vol. 38. № 1. P. 364–374.*

«В  $1/f$ -шуме есть изменения всех размеров: быстрые, происходящие за несколько минут, и медленные, длящиеся годами...

Это... **суперпозиция**  
**всплесков** **всевозможных**  
**длительностей;**  
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**».

# прерывистое равновесие

Георгий Геннадиевич Малинецкий: «Теория СОК дала объяснение

явлению **прерывистого равновесия.** Типичной оказывается ситуация, когда

в течении очень большого времени **НИЧЕГО** **заметного** не происходит,

а затем **стремительные** **изменения**

кардинально меняют облик системы,

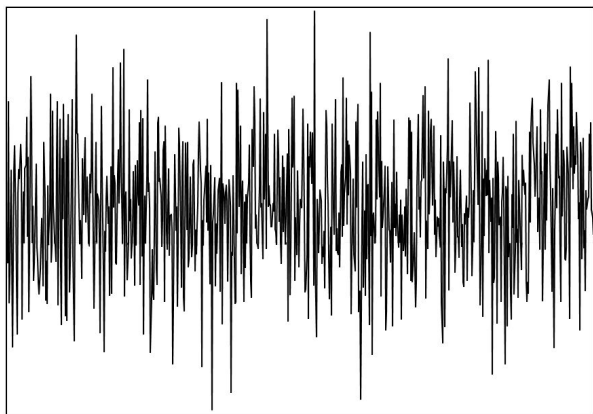


# ЛАВИНЫ «ИЗ НИЧЕГО»

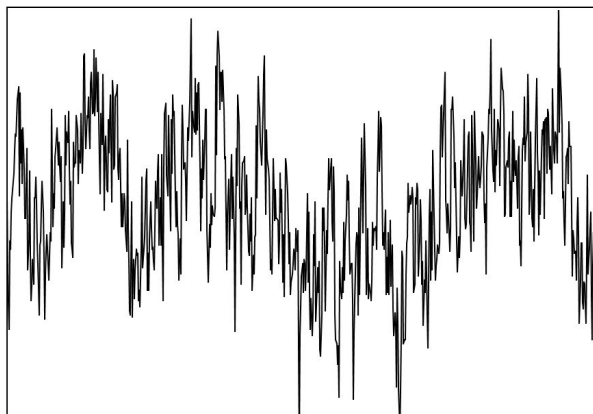
малые причины – большие следствия,  
микрособытия и макропроцессы



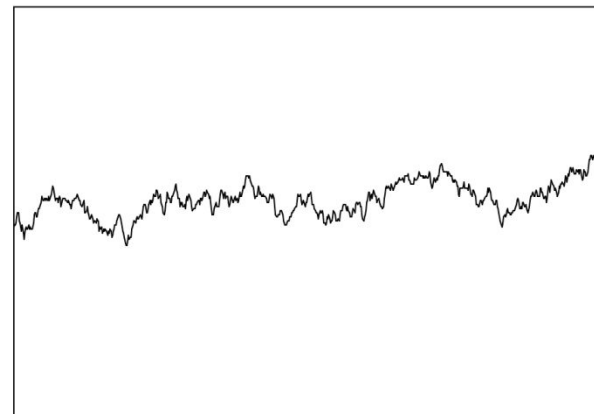
# ШУМЫ



белый шум



розовый шум



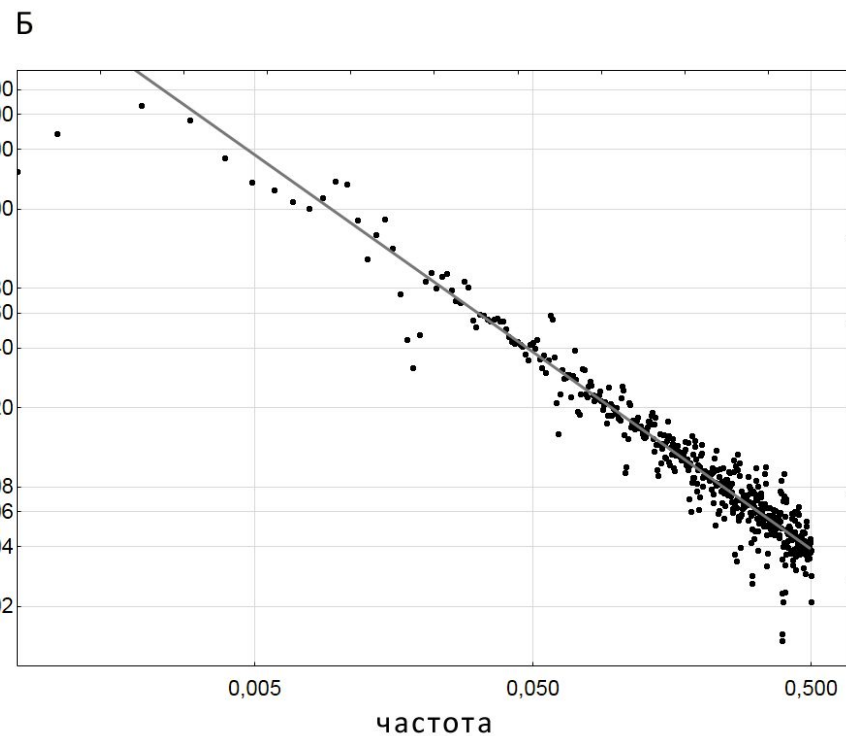
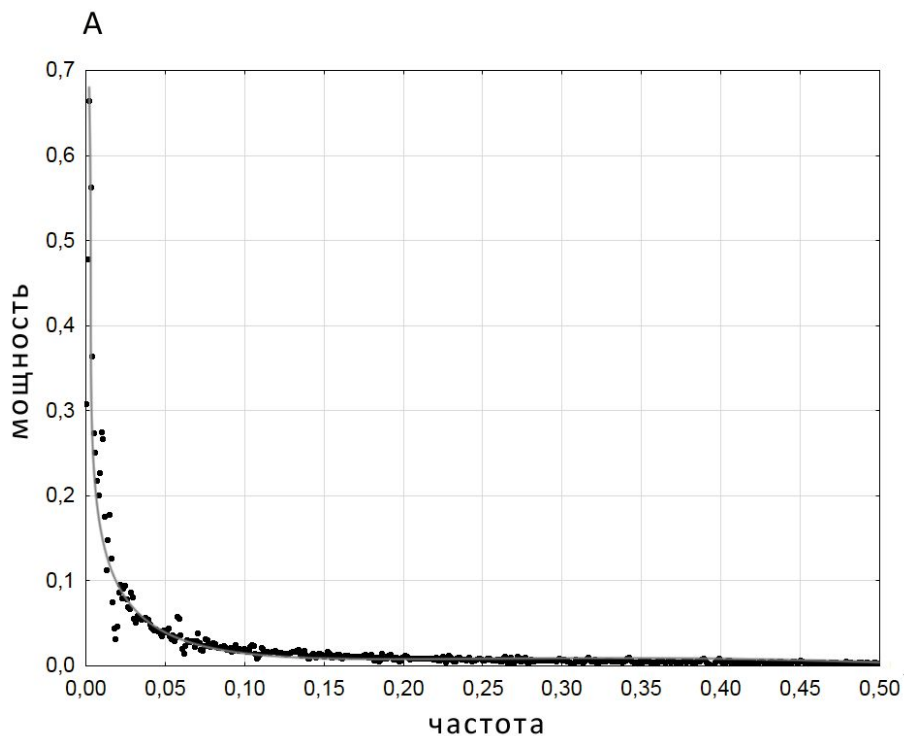
коричневый шум

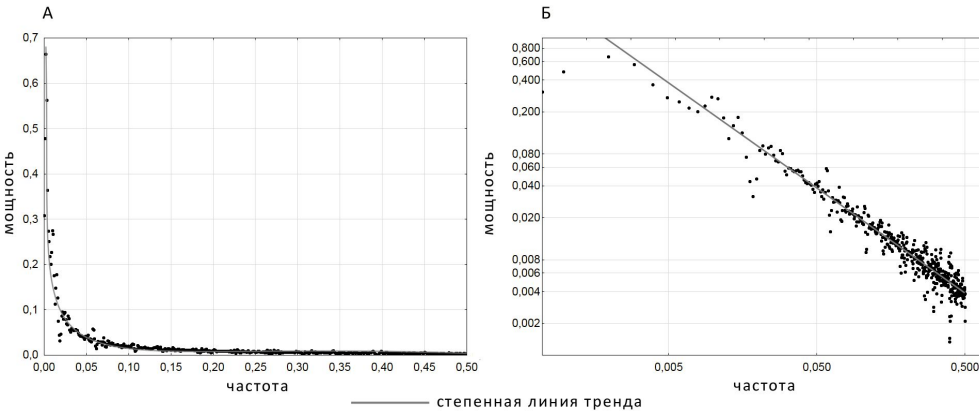
время, t

спектрограмма одного образца  
искусственного розового шума  
в линейных координатах (А)  
в логарифмических координатах

МЕТОДЫ

(Б)





$$S = v \frac{1}{f^\alpha}$$

$S$  – мощность

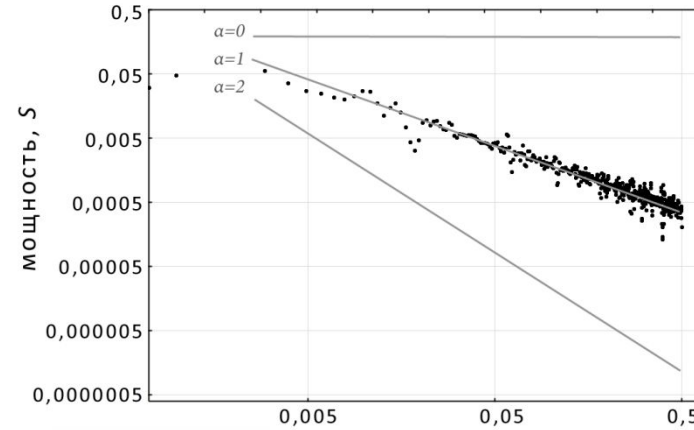
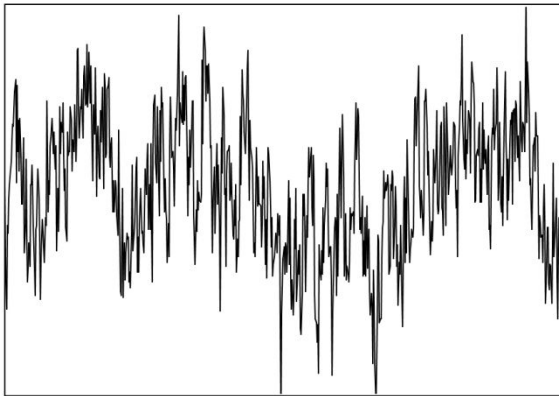
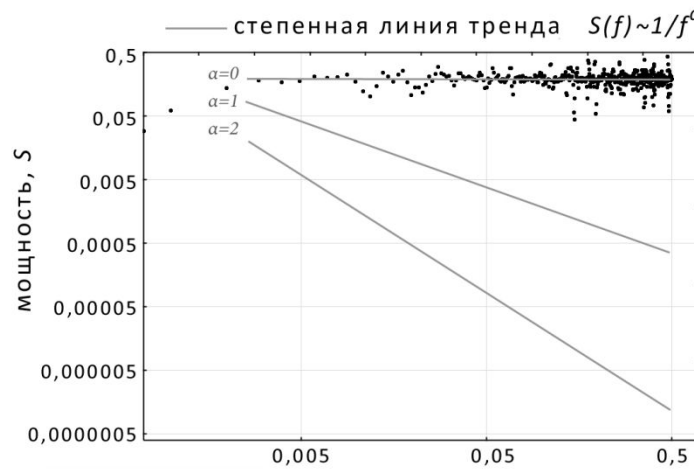
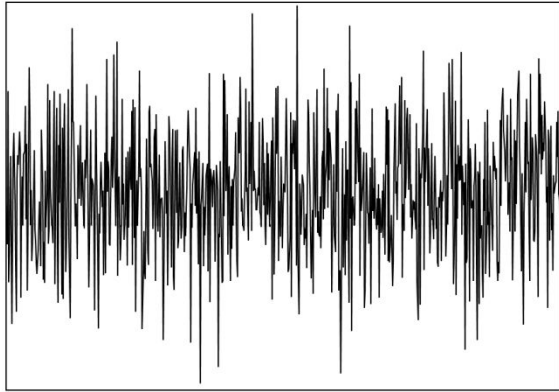
$f$  – частота

$v$  – коэффициент,  
выражающий соотношение  
единиц  $S$  и  $f$

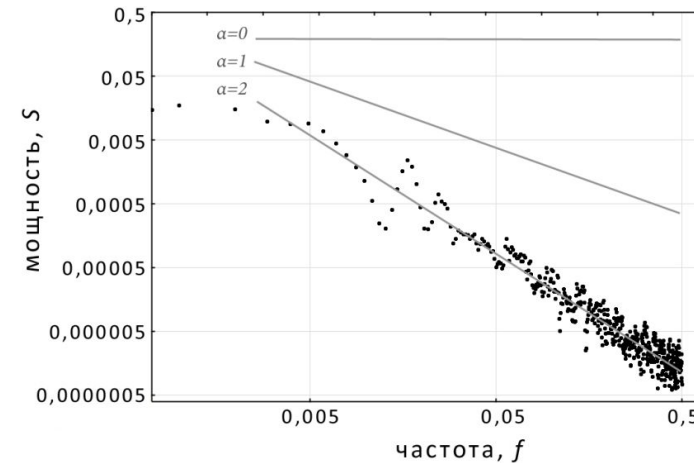
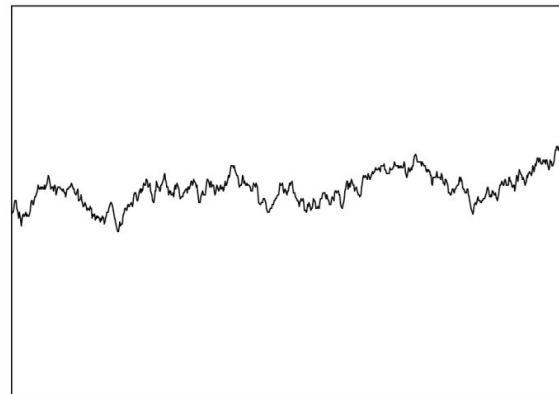
$\alpha$  – показатель

# МЕТОДЫ

белый шум



розовый шум



коричневый шум

время,  $t$

# ТИПИЗАЦИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

## крестьянские волнения

$\alpha$  около 0

преобладание стихийности в крестьянском движении

Белый шум характерен для общества, в котором протесты не имеют внутренней системной причины, вызваны краткосрочными и локальными экстраординарными факторами.

Такой социум не является системно революционным (в приложении к крестьянскому социуму уместнее сказать – "бунтарским").

**$\alpha$  около 2**

**исходное предположение: партийно-политическая  
заорганизованность крестьянского движения**

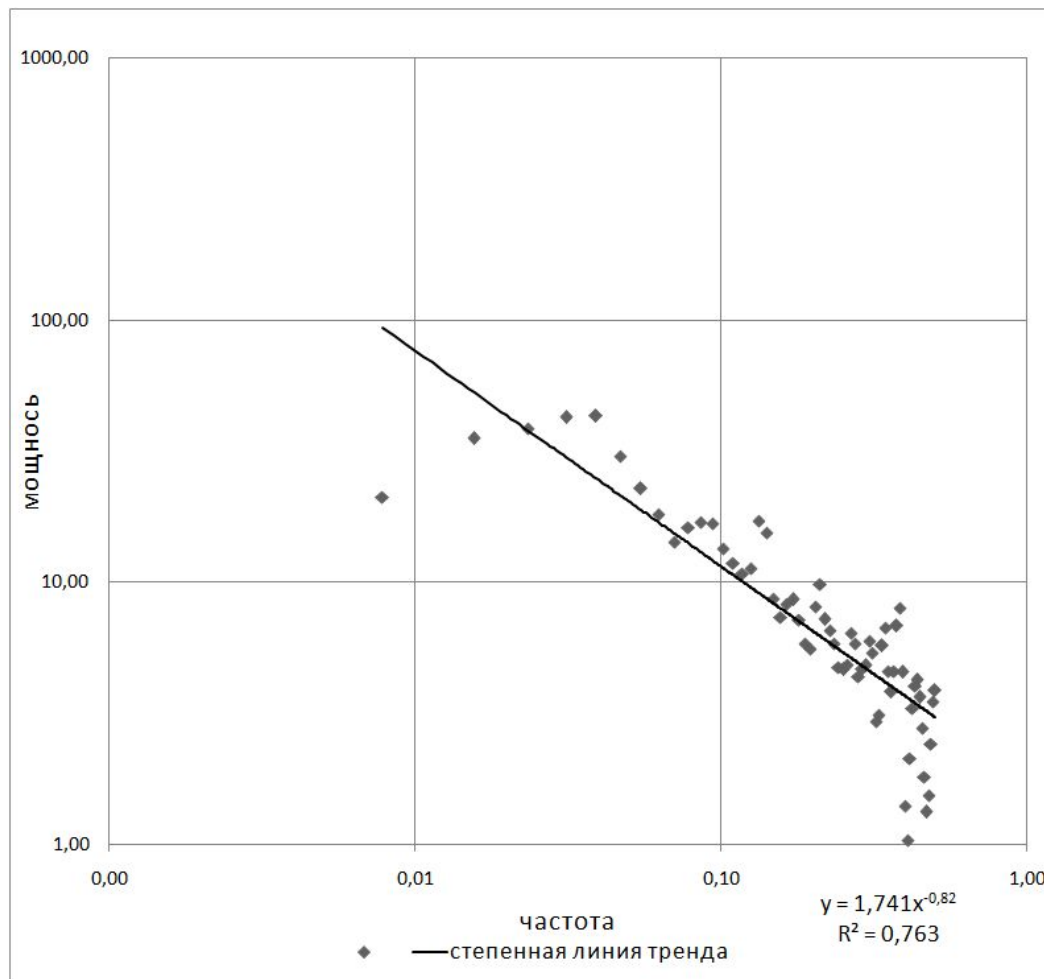
- Исследование показало, что коричневый шум может означать способность общества демонстрировать любой стабильный уровень революционизма.
- Просто высокий уровень протестности, если он стабилен, может ни к чему не вести. Адаптивные механизмы общества и государства имеют достаточно времени для стабилизации социо-политической системы.

**$\alpha$  около 1**

## **общинная самоорганизованность крестьянского движения**

- Розовый шум наиболее опасен для системной стабильности, поскольку сигнализирует, что в обществе существует такие внутренние факторы и свойства, которые ведут к резкому росту протестов.
- Подобные эффекты могут быть инициированы очень слабыми внутренними или внешними импульсами.

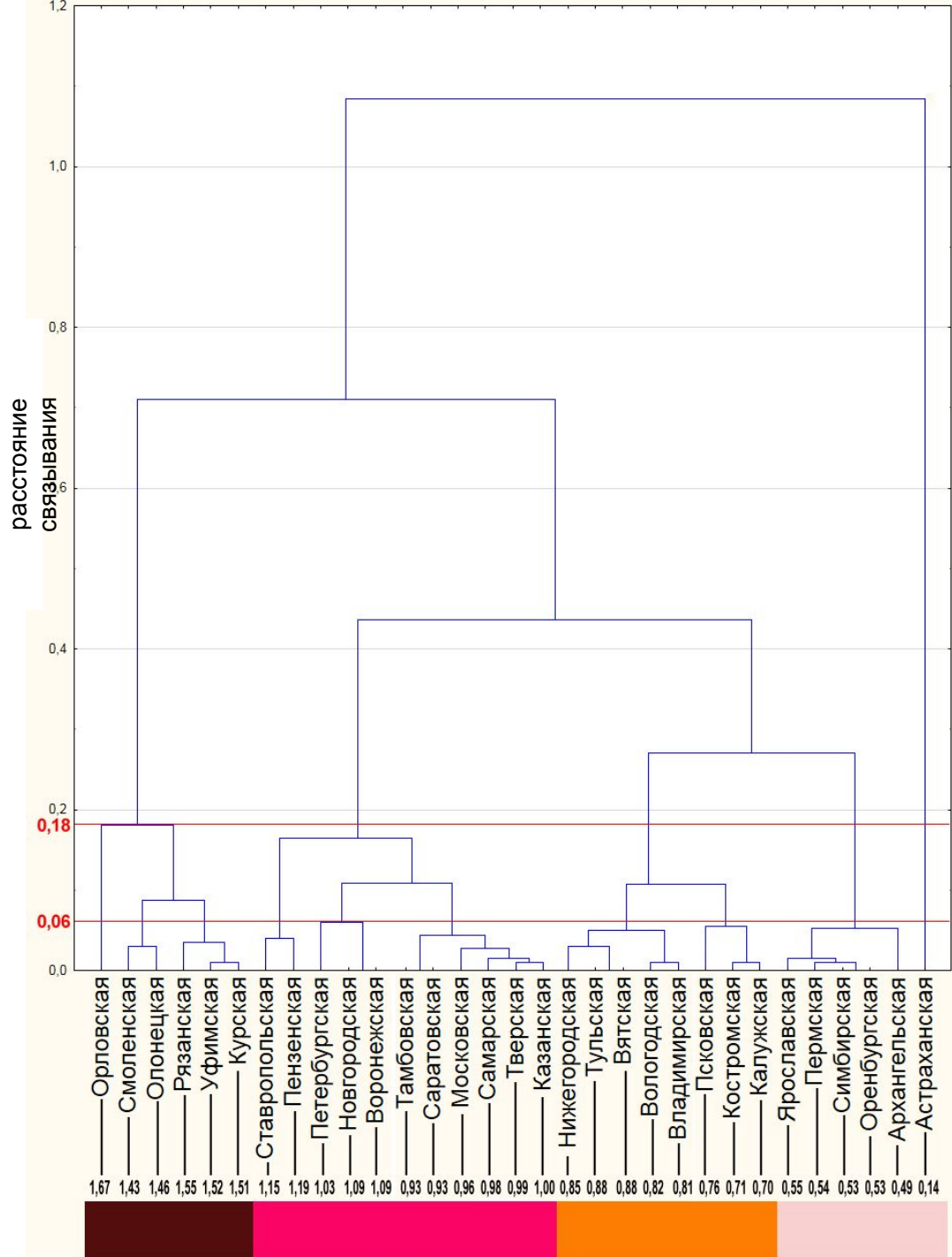




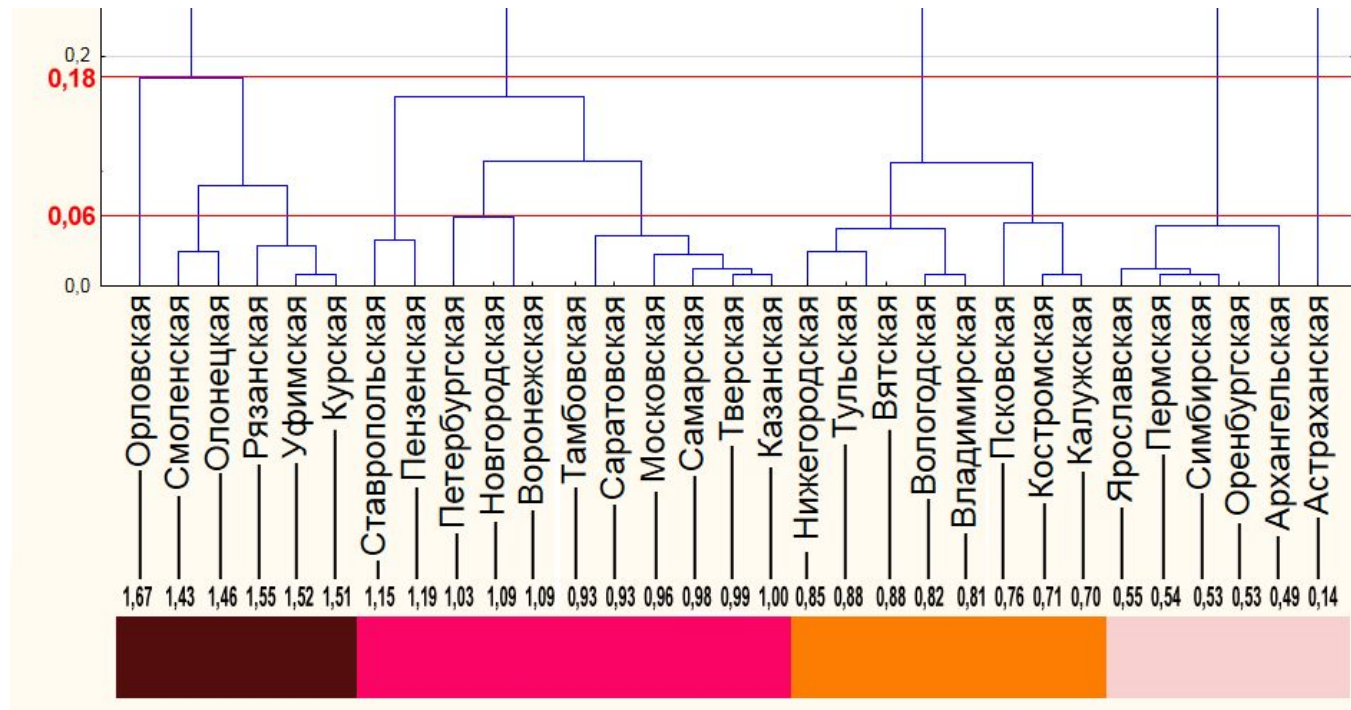
Спектрограмма интенсивности крестьянских волнений в Вологодской губернии с 1857 по 1900 год ( $\alpha=0,82$ ;  $R^2=0,763$ )

# КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ

кластеризация  
губерний  
по величине  $\alpha$



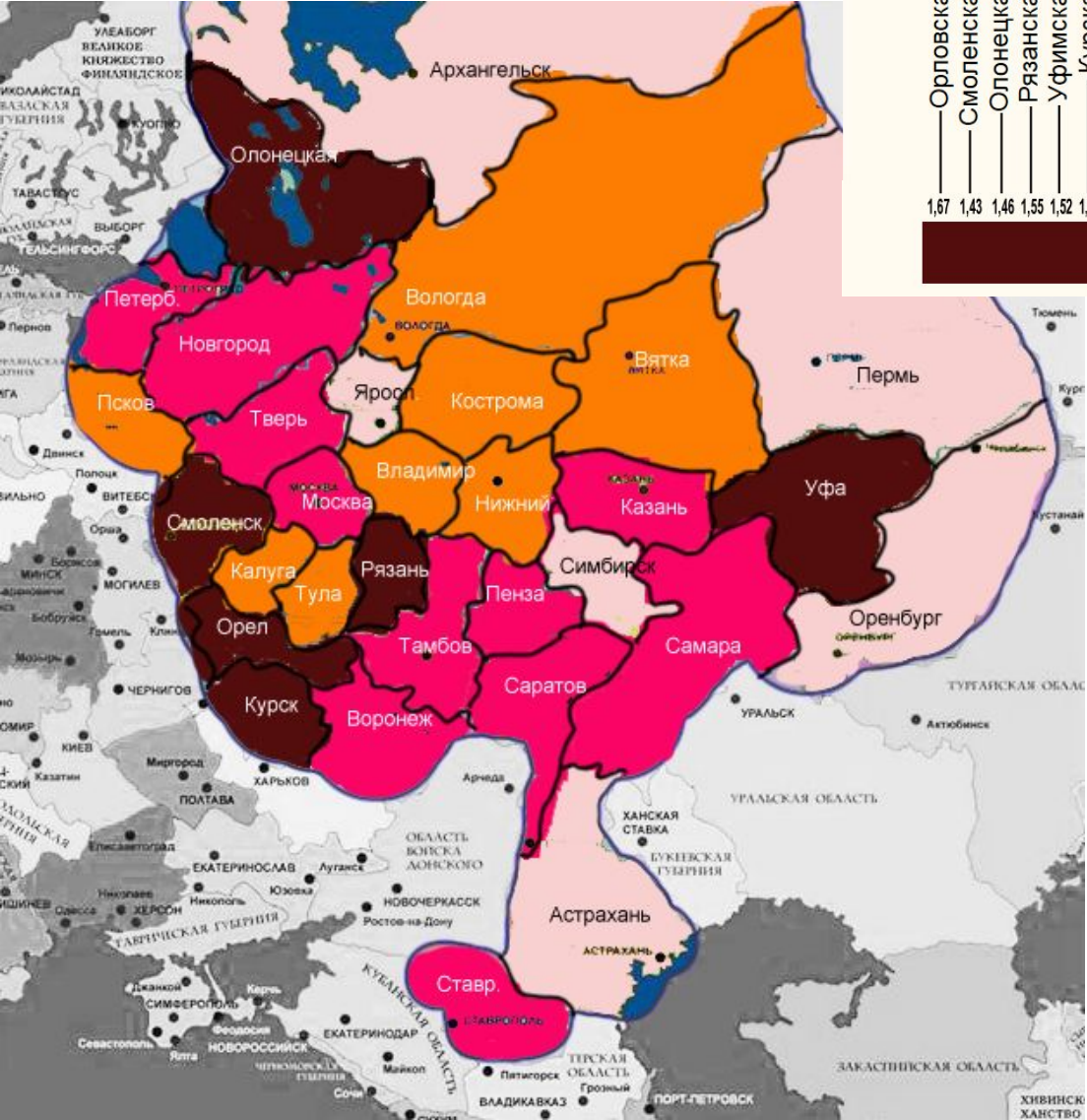
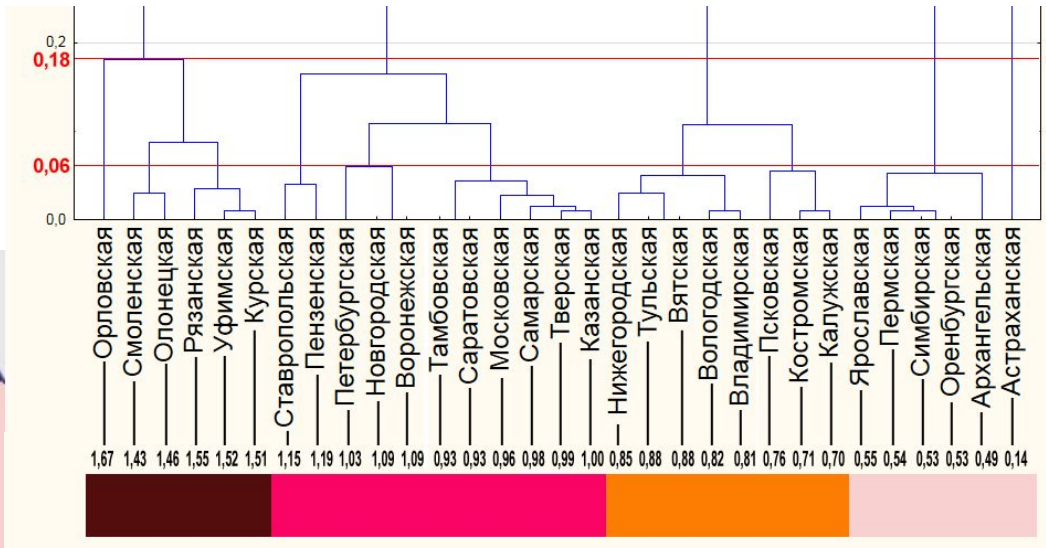
## КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ



4 кластера имеют естественное или в значительной степени естественное значение:

- 6 губерний сгруппировались по признаку невысокого значения  $\alpha$  – отсутствие самоорганизации.
- □ 2 кластера (11 и 8 губерний) имеют значения  $\alpha$  немногим более и немногим менее 1 – розовый шум.
- 6 регионов имели значение  $\alpha$  более 1,5 – тенденция к коричневому шуму.

# КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ



# КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОТЕСТНОГО ПОТЕНЦИАЛА

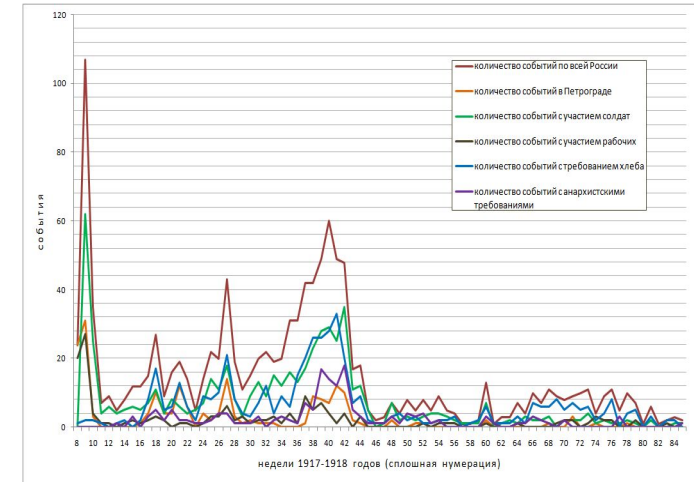
коэффициент  
корреляции с  
распределением  $\alpha$   
по губерниям

плотность населения на 1897 г. (по Миронову)	0,368
избыток рабочей силы, % (по Миронову)	0,235
вес принадлежности к помещичьему типу аграрной эволюции (по Бородкину)	0,305
доля дворянской земли в удобной земле, % (по Бородкину)	-0,192
доля безлошадных и однолошадных в общем числе дворов (по Бородкину)	-0,235
грамотность, 1897 (по Миронову)	-0,080
урожайность в самах, 1857-63 (по Миронову)	-0,093
надельная земля/население, 1881 (по Миронову)	-0,425
годовой оклад выкупных платежей до понижения (по Миронову)	0,377
годовой оклад выкупных платежей после понижения (по Миронову)	0,245
оброчная подать, максимум (по Миронову), 1881	0,035
отходничество (по Миронову), 1900	-0,248
урожай (по Миронову), 1881-1890 гг.	0,050
доход от с.х. (по Миронову), 1881-1890 гг.	0,039
накопления (по Миронову), 1881-1890 гг.	0,148

# ТИПИЗАЦИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

## городские бунты

Регион	Кол-во недель	Кол-во событий	$\alpha$	$R^2$
вся Россия	79	1172	0,72	0,637
Поволжье (Среднее Поволжье)	53	147	0,29	0,122
Украина и Молдавия	46	165	0,99	0,581
Центрально-Промышленный район (без Москвы)	60	192	0,24	0,210
Центрально-Черноземный район	39	80	0,24	0,093
Москва	32	90	0,49	0,314
Петроград	36	194	0,76	0,319



# ТИПИЗАЦИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

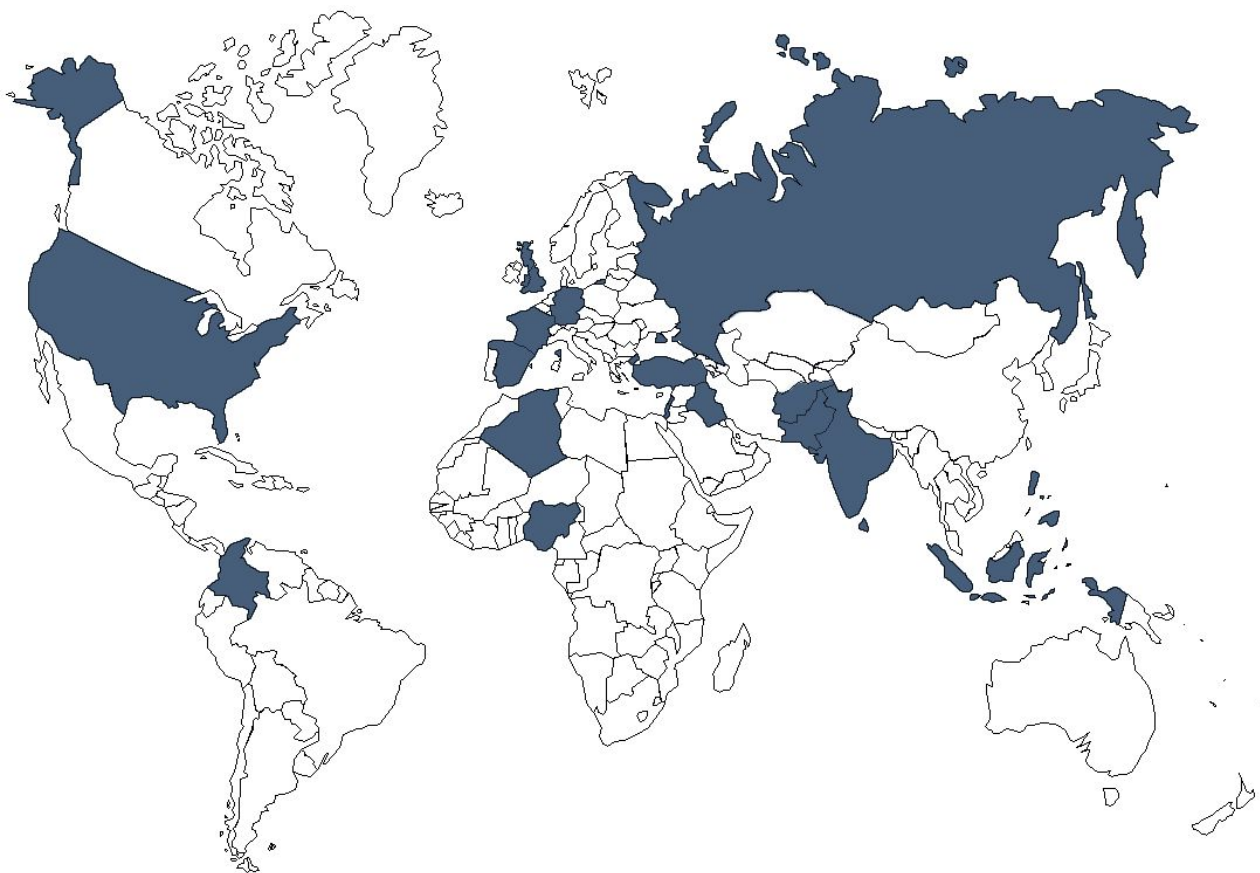
## Терроризм и экстремизм

№	ИСТОЧНИК ДАННЫХ / ХАРАКТЕР ДАННЫХ	ПЕРИОД, МЕСЯЦ.ГОД	$\alpha$	$R^2$
1	МВД РФ / количество <b>СОБЫТИЙ</b> по месяцам	04.2006-08.20 15	0,64	0,527
2	RAND Database / количество <b>СОБЫТИЙ</b> по месяцам	01.1998-12.20 08	0,72	0,441
3	RAND Database / количество <b>ПОСТРАДАВШИХ и УБИТЫХ</b> по месяцам	01.1998-12.20 08	0,00	0,000
4	START / количество <b>СОБЫТИЙ</b> по месяцам	01.1994-12.20 14	0,56	0,48
5	START / количество <b>ПОСТРАДАВШИХ и УБИТЫХ</b> по месяцам	01.1994-12.20 14	0,07	0,015

показатели степенного закона для террористической активности в России

география, объёмы и  
хронологические рамки  
исходных данных из БД START

# ИСХОДНЫЕ данные



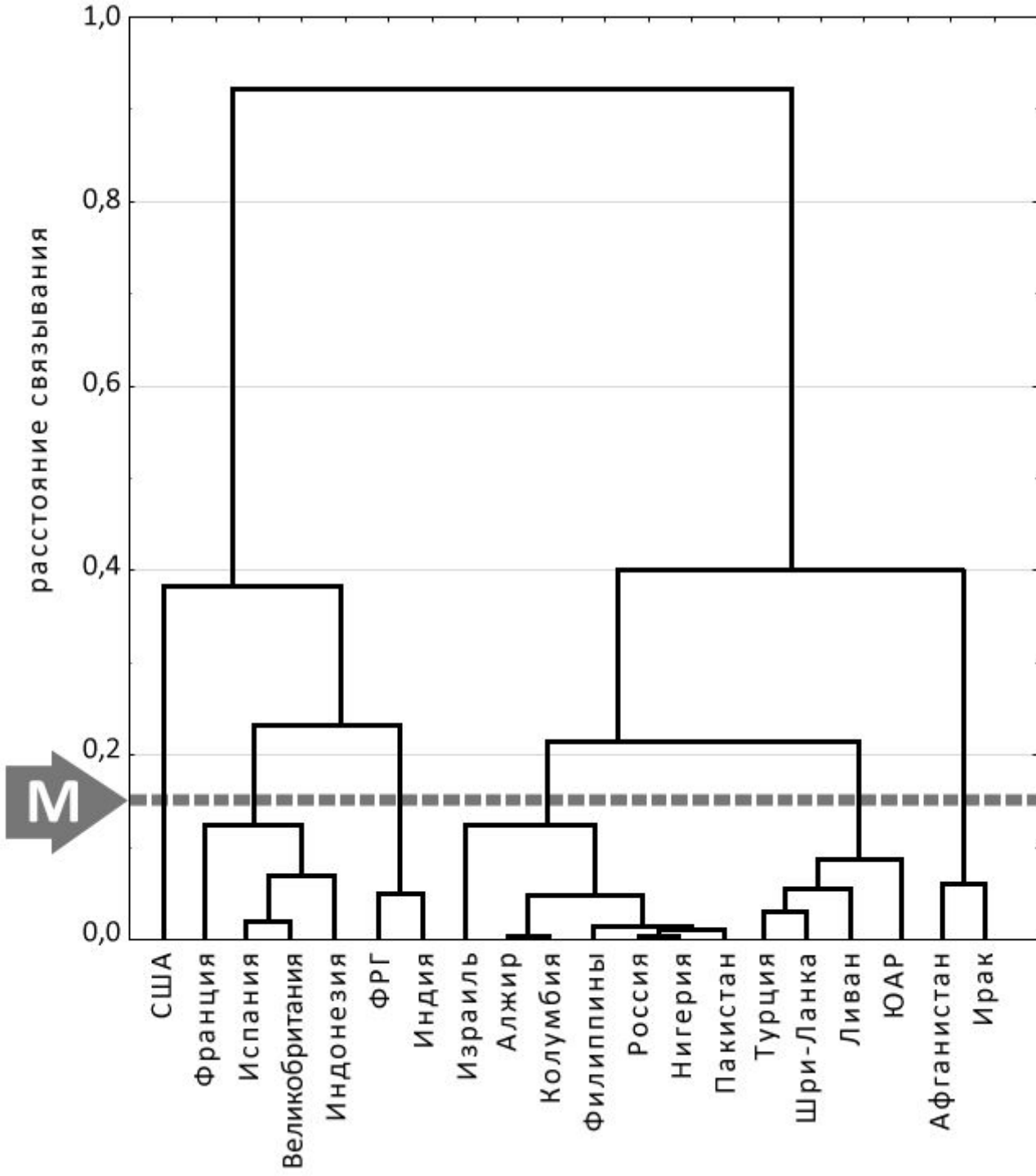
СТРАНА	ПЕРИОД	КОЛИЧЕСТВО СОБЫТИЙ
Алжир	1991-2014	2721
Афганистан	2002-2014	7613
В.Британия	1971-2014	4919
Израиль	1979-2014	1988
Индия	1983-2014	9048
Индонезия	1995-2014	653
Ирак	2003-2014	15845
Испания	1971-2010	3243
Колумбия	1975-2014	7954
Ливан	1979-2014	2348
Нигерия	2006-2014	2128
Пакистан	1986-2014	11490
Россия	1994-2014	2060
США	1970-2014	2683
Турция	1987-2014	2548
Филиппины	1978-2014	4830
Франция	1973-2014	2578
ФРГ	1970-1997	1090
Шри-Ланка	1984-2009	2924



# показатели степенного закона для рядов данных о количестве террористических событий (исходные

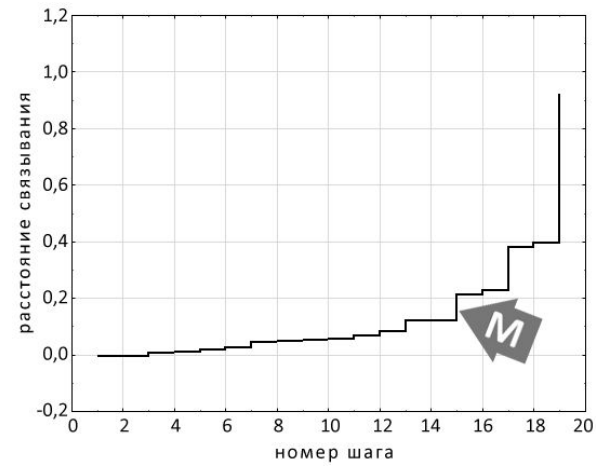
данные по МАСТАРТ)

СТРАНА	ПЕРИОД I $\approx$ с 1970-х по 1992			ПЕРИОД II $\approx$ с 1994 по 2014			ПЕРИОД III = с 2008 по 2014		
	ГОДЫ	$\alpha$	$R^2$	ГОДЫ	$\alpha$	$R^2$	ГОДЫ	$\alpha$	$R^2$
Алжир	–	–	–	1994-2014	0,77	0,527	2008-2014	0,73	0,485
Афганистан	–	–	–	2002-2014	1,17	0,628	2008-2014	1,17	0,656
В.Британия	1971-1992	0,67	0,476	1994-2014	0,70	0,480	2008-2014	0,19	0,071
Израиль	1979-1992	0,68	0,491	1994-2014	0,60	0,524	2008-2014	0,63	0,547
Индия	1983-1992	0,66	0,636	1994-2014	0,52	0,361	2008-2014	0,41	0,227
Индонезия	–	–	–	1995-2014	0,25	0,121	2008-2014	0,25	0,142
Ирак	–	–	–	2003-2014	0,98	0,641	2008-2014	1,23	0,693
Испания	1971-1992	0,64	0,419	1994-2010	0,17	0,033	–	–	–
Колумбия	1975-1992	0,35	0,123	1994-2014	0,87	0,582	2008-2014	0,73	0,505
Ливан	1979-1992	0,77	0,480	1994-2014	0,89	0,519	2008-2014	0,89	0,493
Нигерия	–	–	–	–	–	–	2008-2014	0,78	0,421
Пакистан	1986-1992	0,47	0,143	1994-2014	1,08	0,700	2008-2014	0,79	0,554
Россия	–	–	–	1994-2014	0,56	0,480	2008-2014	0,78	0,554
США	1970-1992	0,99	0,580	1994-2014	0,17	0,061	2008-2014	-0,12	0,041
Турция	–	–	–	1994-2014	0,63	0,415	2008-2014	0,82	0,427
Филиппины	1978-1992	0,56	0,423	1994-2014	0,91	0,665	2008-2014	0,77	0,732
Франция	1973-1992	0,41	0,408	1994-2014	0,50	0,262	2008-2014	0,09	0,006
ФРГ	1970-1997	0,36	0,159	–	–	–	–	–	–
Шри-Ланка	1984-1992	1,11	0,593	1994-2009	0,85	0,641	–	–	–



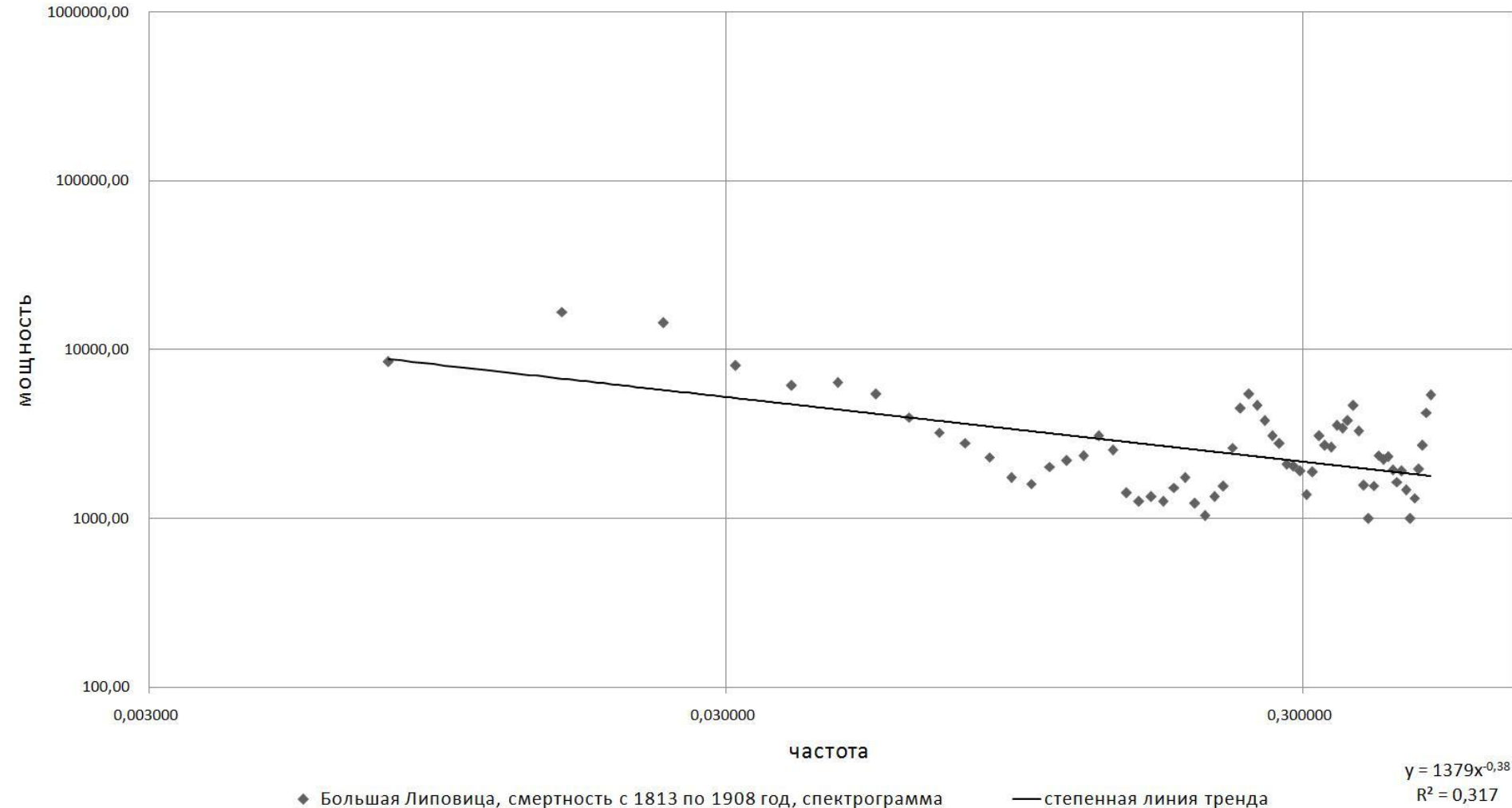
дендрограмма

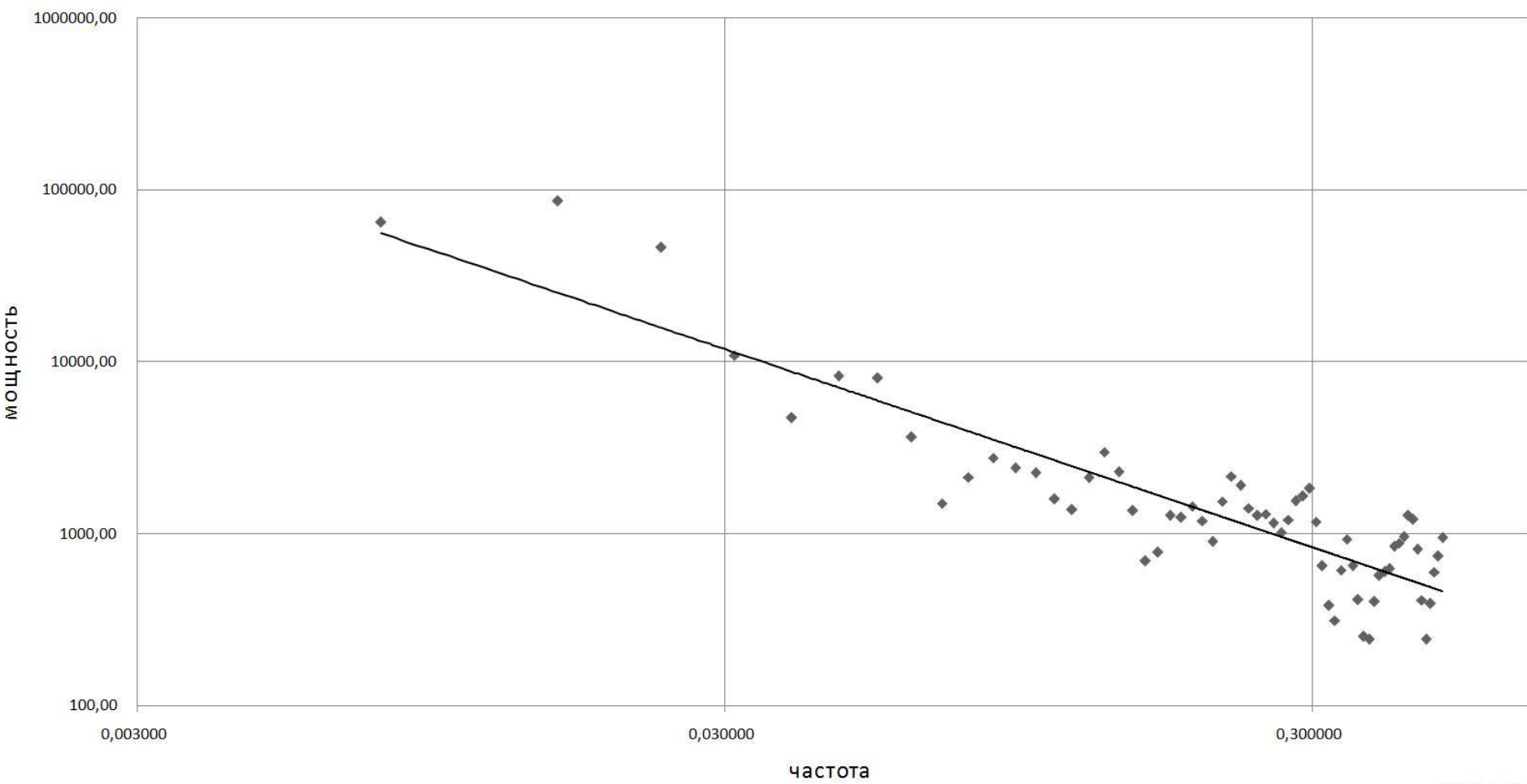
зависимость расстояния связывания от номера шага



# Выявление трансформаций

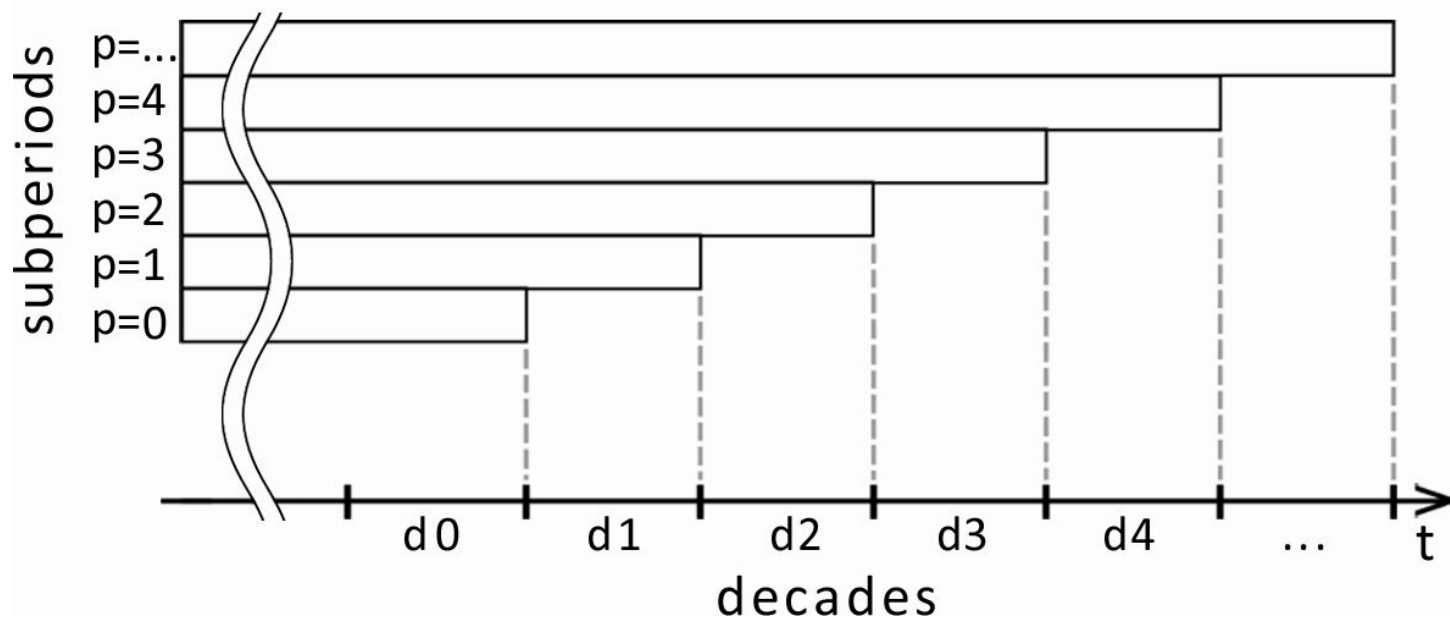
## Изменение демографического поведения





Результаты спектрального анализа, аграрные общины Тамбовского региона

Населённый пункт, процесс	XIX век			XX век		
	период	$\alpha$	$R^2$	период	$\alpha$	$R^2$
Малые Пупки, рождения	1810-190 0	0,55	0,431	1901-199 8	1,02	0,708
Пахотный Угол, рождения	1810-188 5	0,48	0,253	1923-200 7	1,07	0,725
Пахотный Угол, смерти	1810-188 5	0,41	0,211	1930-200 7	0,89	0,533
Крюково, рождения	1815-191 6	0,64	0,468			
Раево, смерти	1811-189 8	0,47	0,278			
Большая Липовица, смерти	1813-190 8	0,38	0,317			
Сосновка, смерти				1919-200 3	1,15	0,798
Парский Угол, смерти				1935-200 1	1,03	0,585



Для всех суб-периодов можно вычислить величину  $\alpha$ , а также разницу между этими величинами для «соседних» суб-периодов –  $\Delta\alpha$ , – вычитая из  $\alpha$  более длинного суб-периода ( $\alpha_{d+1}$ ) величину  $\alpha$  более короткого суб-периода ( $\alpha_d$ ).

$$\Delta\alpha = \alpha_{d+1} - \alpha_d$$

Индекс метаморфизации является суррогатным аналитическим инструментом – он не тождественен  $\alpha$ , но произошёл от этого неё.  $m$  свидетельствует об уровне некоторого качества системы, которое индицируется переходом шума между белым, розовым и коричневым цветами. В нашем конкретном случае  $m$  означает уровень освоения обществом инструментов регулирования демографического процесса.

Для каждой n-ной декады:

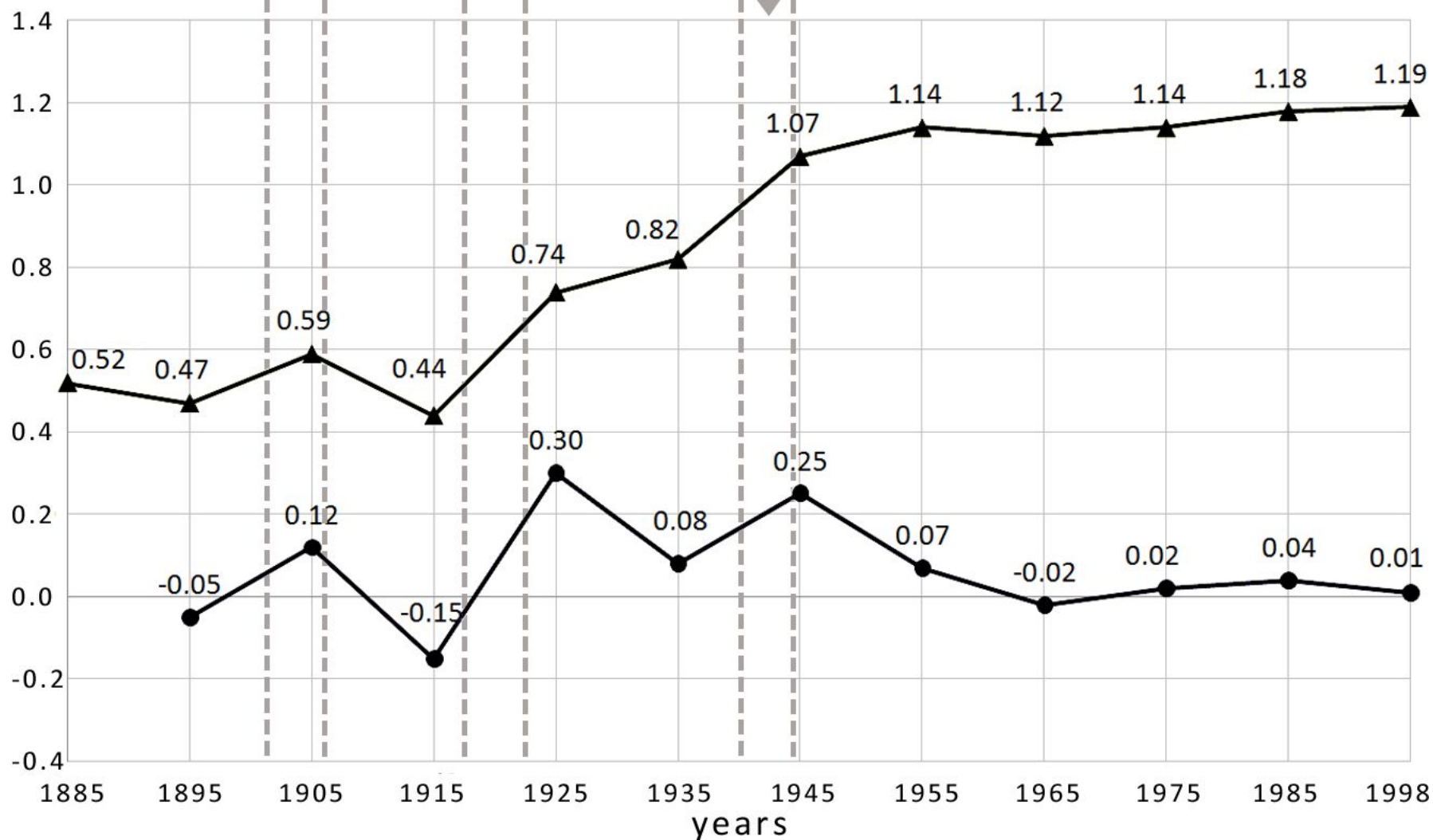
$$m_{pn} = b_{p0} + \Delta\alpha_{p1} + \Delta\alpha_{p2} + \Delta\alpha_{p3} + \dots + \Delta\alpha_{pn}$$

где  $b_{p0}$  - базовый уровень (начальная величина  $m$  для условной нулевой декады, которая является конечной декадой самого короткого суб-периода). Величину  $b_{p0}$  определим на основании экспертных оценок или на основании расчетов величин  $\alpha$  другими методами.

Peasant revolts on the eve of the Russian Revolution of 1905

Revolution of 1917 and the Russian Civil War

The Great Patriotic War



▲ absolute value of the index  $m$

● increment of the index  $m$  for the preceding decade ( $=\Delta\alpha$ )

# выявление трансформаций

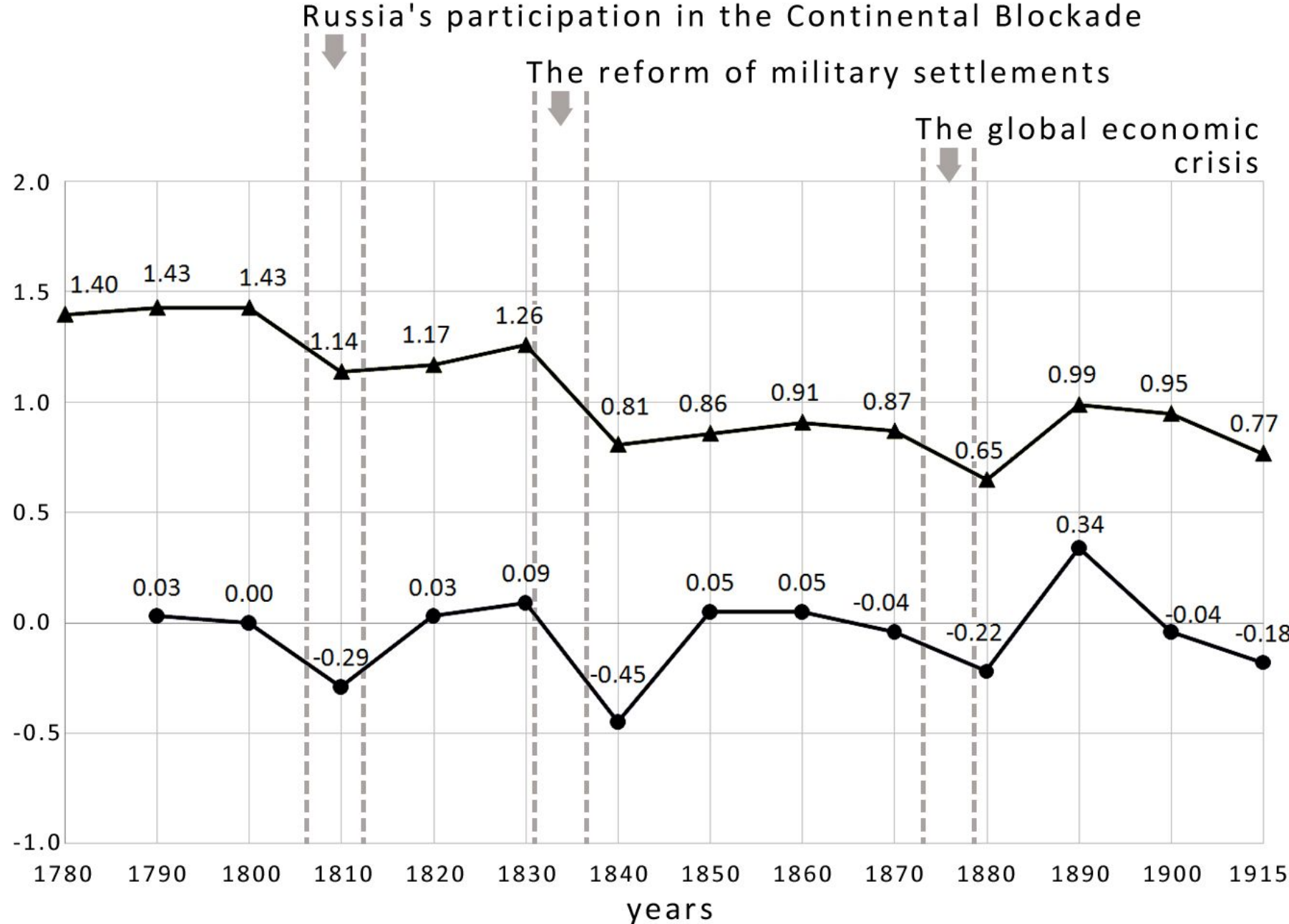
## Формирование единого рынка





## Результаты спектрального анализа, цены на рожь

	$\alpha$			$R^2$		
	1707-178 1	1782-185 6	1841-191 5	1707-178 1	1782-185 6	1841-191 5
<b>I. Северный</b>	1,61	1,34	0,83	0,804	0,644	0,579
<b>II. Восточный</b>	1,41	1,00	1,29	0,742	0,503	0,559
<b>III. Юго-Восточный</b>		0,80	1,14		0,448	0,667
<b>IV. Волжский</b>	1,67	1,01	1,04	0,789	0,525	0,583
<b>V. Центрально-Черноземный</b>	1,58	0,73	0,98	0,758	0,378	0,527
<b>VI. Центрально-Нечерноземный</b>	1,62	1,11	0,89	0,812	0,629	0,615
<b>Европейская часть России</b>	1,76	1,04	0,98	0,846	0,527	0,593
<b>VII. Прибалтийский</b>			0,88			0,623
<b>VIII. Западный</b>			0,94			0,661
<b>IX. Украинский</b>	0,88	0,43	1,16	0,381	0,120	0,617
<b>X. Юго-западный</b>			1,15			0,683
<b>XI. Степной</b>			1,43			0,694

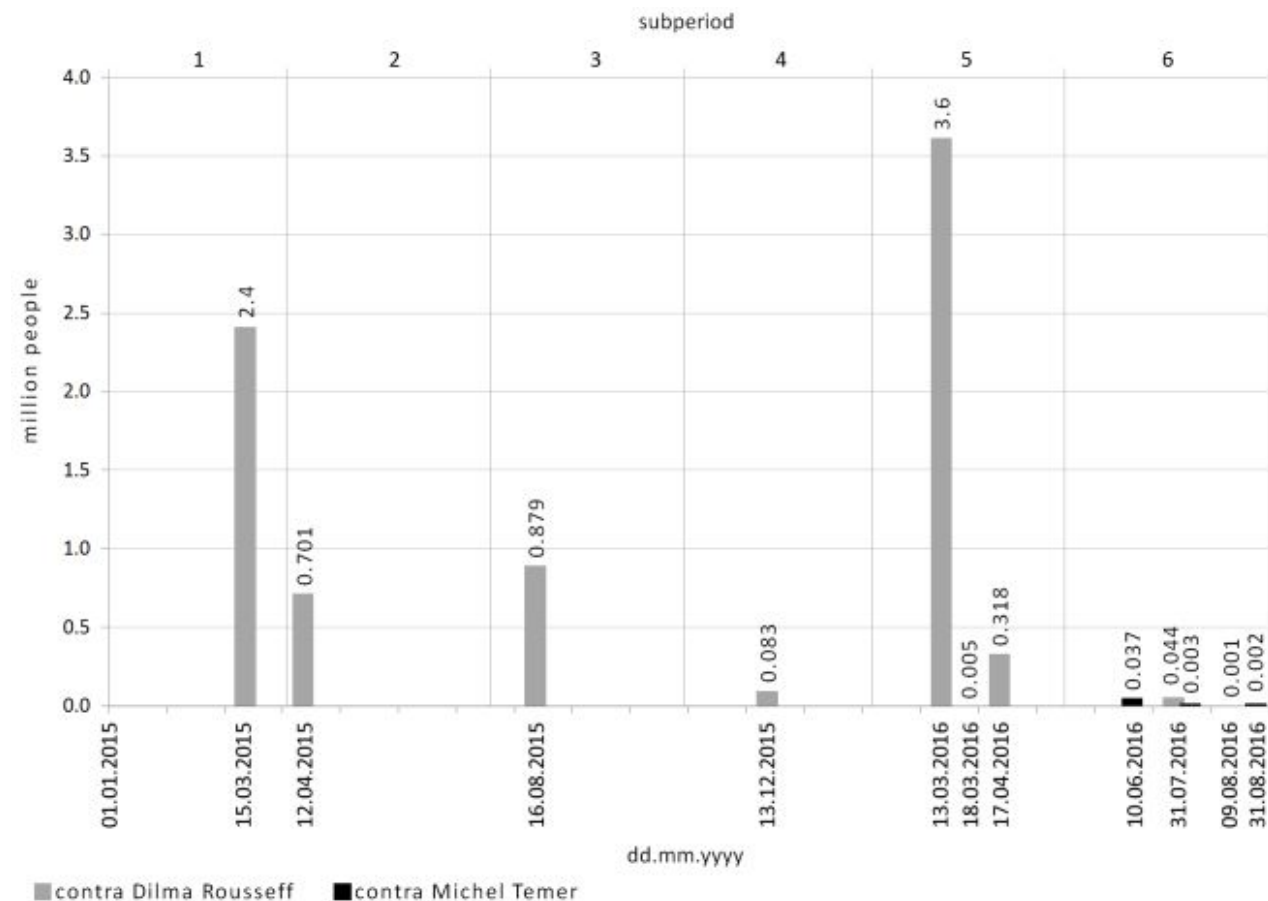


▲ absolute value of the index  $m$

● increment of the index  $m$  for the preceding decade ( $=\Delta\alpha$ )

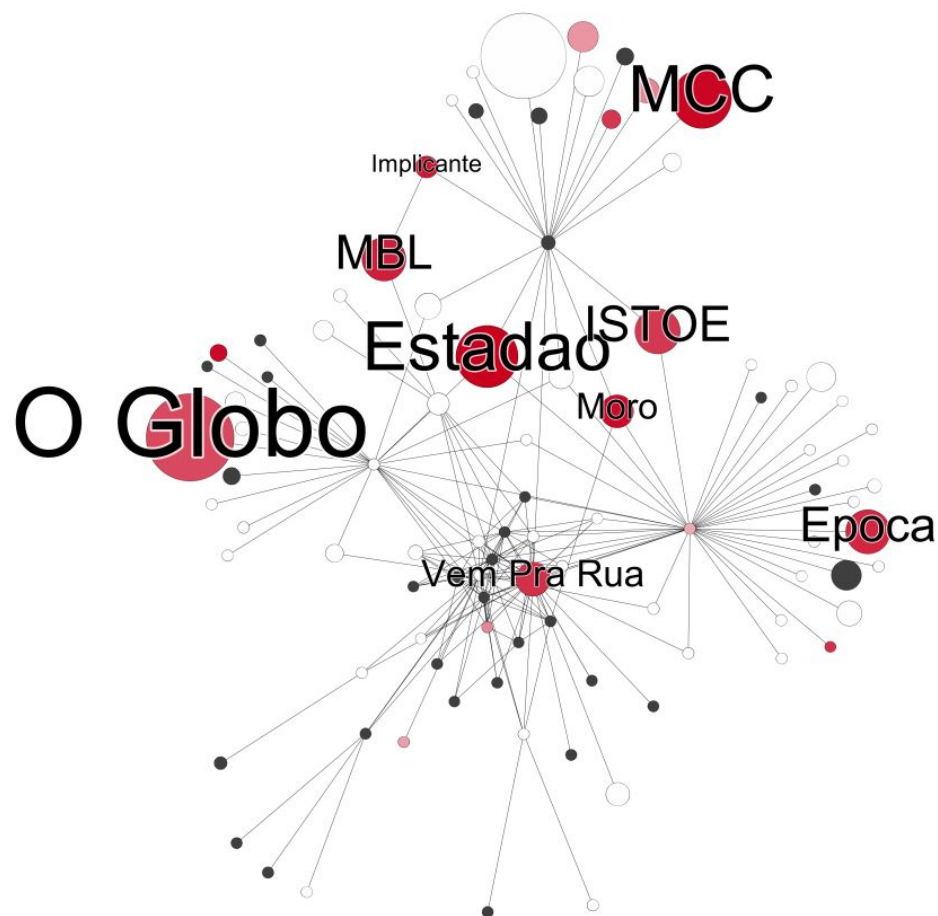
# Революции в Сети

# идентификация лавиноопасных участков и периодов

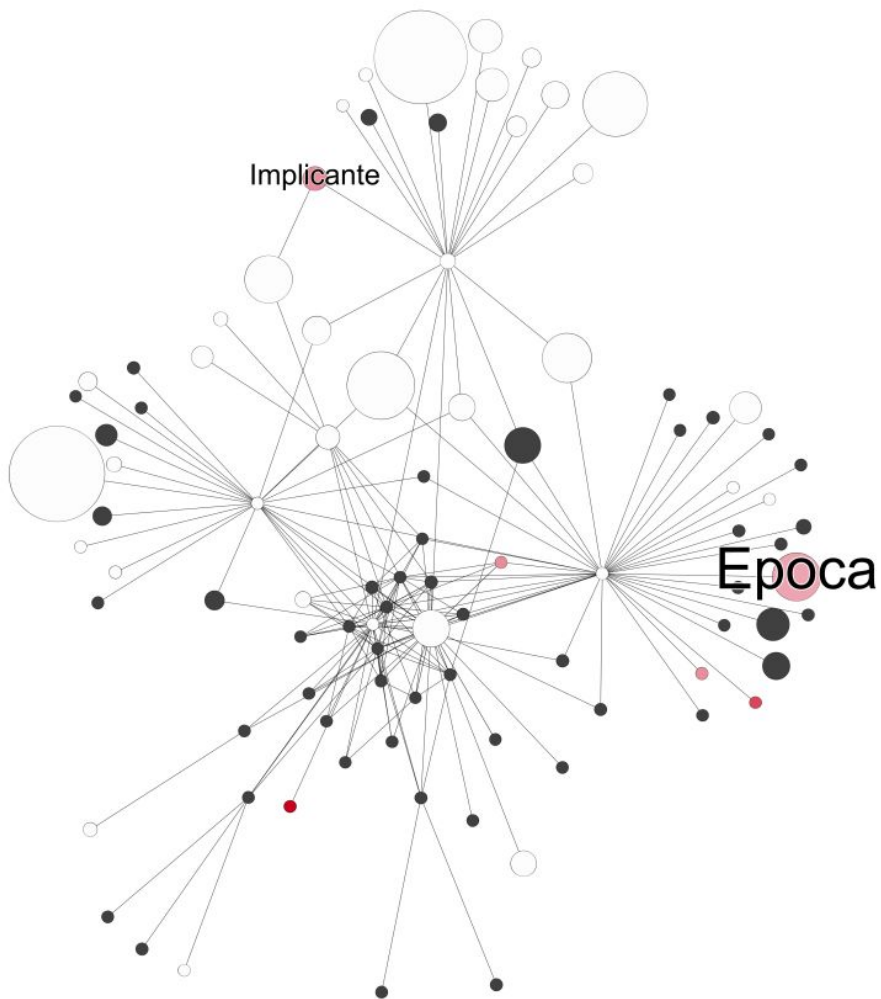


Численность участников акций протеста против Дилмы Русеф и Мишела Темера (по данным полиции).

Розовый шум в сети в течение субпериода (V)  
05.02.2016-14.05.2016.



Розовый шум в сети в течение субпериода (II) 11.04.2015-19.07.2015.  
(Диаметр вершин – число участников соответствующего сообщества в Фейсбуке.)







Спасибо за  
внимание!

INETERNUM.RU

INETERNATUM@MAIL.RU

