

УДК 523.98:316.4

О СТАТИСТИЧЕСКОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ И СОЦИАЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

© 2013 г. М.В. Родкин¹, Е.П. Харин²

¹ Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН, г. Москва, Россия

² Геофизический центр РАН, г. Москва, Россия

Проведено сопоставление времени начала массовых спонтанных социальных движений с временными изменениями солнечной активности (числа Вольфа) и планетарным *Aa*-индексом геомагнитной активности. Показано, что для совокупности лет начала социальных катаклизмов типичны (в среднем) относительно повышенные значения солнечной и порождаемой ею геомагнитной активности. При этом связь социальной активности с геомагнитной активностью выражена несколько сильнее, чем с солнечной активностью. Гелиогеомагнитная активность сама по себе не является причиной социальных конфликтов, о чем свидетельствует слабость статистической взаимосвязи и тот факт, что интервалы времени экстремально большого числа социальных конфликтов (десятилетия 1800-х, 1910-х, 1990-х годов) приходятся на пониженный общий фон солнечно-геомагнитной активности. В свете полученной статистической модели связи солнечно-геомагнитной и социальной активности и текущего состояния и прогноза 24-го цикла солнечной активности можно предположить, что гелиогеомагнитные факторы будут способствовать повышенному уровню социально-политической активности населения примерно до конца 2014 г., а возможно, и несколько дольше.

Ключевые слова: солнечно-земные связи, спонтанная социальная активность.

Введение

В связи с явной активизацией социальных процессов как в целом по планете, так, в частности, и в России неоднократно высказывались предположения о возможной связи этих процессов с солнечной активностью в духе идей А.Л. Чижевского. Идеи А.Л. Чижевского о разнонаправленном воздействии космических и, в частности, солнечных ритмов на биологические и социальные процессы [*Chizhevsky, 1938; Чижевский, 1973*] далеко не сразу нашли поддержку в научном сообществе. Действительно, трудно не согласиться, что многие из приводимых А.Л. Чижевским примеров такого воздействия не вполне убедительны. Вполне очевидно также, что идеи А.Л. Чижевского не могли найти поддержку у адептов «единственно верной» и притом

упрощенно понимаемой марксистской трактовки политического процесса. Неудивительно поэтому, что работы А.Л. Чижевского были недоверчиво и недоброжелательно встречены как политическим руководством б. СССР, так и научным сообществом. Тем не менее постепенно и в нашей стране, и в других странах идеи А.Л. Чижевского получили довольно широкое развитие [Stetson, 1947; Lipa et al., 1976; Владимирский, Кисловский, 1995; Ertel, 1996; Задонина, Леву, 2009; Халберг и др., 2009а, б; Владимирский, 2012; и др.]. К настоящему времени опубликовано большое число как статей, так и монографий по проблеме гелиогеофизических воздействий на биологические и социальные процессы; регулярно проводятся специальные конференции. В частности, в работе [Ertel, 1996] показано наличие значимой статистической связи между моментами максимумов солнечной активности и развитием массовых революционных движений.

Тем не менее, несмотря на значительное число работ, механизм гелиогеофизических воздействий до конца неясен; многие случаи предположительно имеющего место воздействия чисто статистически остаются слабодоказанными. Зачастую наличие связи подтверждалось в одном случае и не имело место в другом аналогичном. В целом проблема существования заметных гелиогеофизических воздействий на биологические и социальные процессы по-прежнему остается в научном сообществе дискуссионной.

Авторы данной статьи также были склонны относиться к идеям А.Л. Чижевского со скептицизмом, тем не менее была предпринята попытка проверки его идеи о воздействии солнечной активности на социальные процессы на основе сформированной в Украинском отделении Мирового центра данных при Национальном техническом университете Украины «Киевский политехнический институт» достаточно обширной и однородной базы данных о мировых вооруженных конфликтах [Zgurovsky, Gvishiani, 2008]. В рамках развития идей А.Л. Чижевского разными авторами [Владимирский и др., 1994; Владимирский, Кисловский, 1995; Бреус, 2002; Киселев, 2003; Биотропное..., 2010; и др.] можно ожидать, что гелиогеомагнитные воздействия реализуются по цепочке: солнечная активность → геомагнитная активность → живой организм → социальная система. Можно предположить также, что такие воздействия (если они реально имеют место) легче отслеживать по появлению спонтанных, неорганизованных массовых социальных движений: восстаний, мятежей, революций, гражданских войн. Можно ожидать также, что если реализуется именно такая логическая цепочка, то статистическая связь между социальной активностью и геомагнитной активностью (порождаемой солнечной активностью) окажется несколько более сильной, чем между социальной активностью и непосредственно солнечной активностью. Известно также, что геомагнитные эффекты сильнее проявляются в высоких широтах. Отсюда представляется оправданным проверить, не намечается ли в искомой взаимосвязи какая-либо широтная зависимость.

Отметим также, что в подавляющем большинстве работ по гелиогеофизическим воздействиям исследования проводятся в спектральном представлении. Выявляются и обсуждаются спектральные максимумы, совпадающие с максимумами режима изменчивости гелиогеофизических воздействий. Такая методика наиболее эффективна, однако, когда взаимодействующие системы могут быть представлены как некие осцилляторы. Природные же динамические системы обычно имеют существенно более сложный континуальный спектр колебаний, обычно имеющий степенной характер в области малых и средних частот и белый спектр в области высоких частот. Спектральный анализ таких систем относительно редко позволяет получать статистически надежные и устойчивые во времени спектральные максимумы. В этой связи неудивительно, что выявляемые спектральные максимумы часто имеют «мерцающий» характер: ожидаемые периоды колебаний то появляются, то исчезают [Халберг и др., 2009а]. Отметим и то, что спектральные представления неудобны для анализа точечных процессов (таких, как момен-

ты времени начала революций), так как требуют проведения неоднозначной операции сглаживания данных. Исходя из указанных соображений, мы не использовали спектральное представление.

Исходные данные

Под солнечной активностью авторы настоящей статьи понимают классические ряды значений чисел Вольфа (нами используются достаточно надежные данные с 1700 г.). Планетарную геомагнитную активность мы характеризовали значениями планетарного *Aa*-индекса, введенного в 1976 г. с целью получения однородного временного ряда планетарной возмущенности геомагнитного поля за максимально возможный интервал времени. Значения *Aa*-индекса известны начиная с 1868 г.

Расчет *aa*-индекса, необходимого для получения *Aa*-индекса, базируется на данных двух обсерваторий, расположенных диаметрально противоположно в Южном и Северном полушариях на средних широтах (т.е. две обсерватории должны быть антиподными и среднеширотными). Кроме того, пары подбирались, по возможности, с одинаковым интервалом наблюдений. Список обсерваторий, данные которых используются в настоящей статье, приведен в табл. 1.

Таблица 1. Список обсерваторий, данные которых используются в настоящей статье

Северное полушарие		Южное полушарие	
Годы наблюдений, обсерватория, весовой коэффициент стандартизации по широте	Ф*	Годы наблюдений, обсерватория, весовой коэффициент стандартизации по широте	Ф*
1868–1925, Гринвич (Greenwich), 1.007	50.0°	1868–1919, Мельбурн (Melbourne), 0.967	45.2°
1926–1956, Абингер (Abinger), 0.934		1920–1979, Толинг (Toolangi), 1.033	
1957– ..., Хартленд (Hartland), 1.059		1980– ..., Канберра (Canberra), 1.084	

*Ф – исправленная геомагнитная широта.

Процедура вычисления индексов вкратце такова. *K*-индекс для обсерватории переводится в амплитуды. Среднее значение амплитуд пары антиподных обсерваторий принимается за *aa*-индекс, который вычисляется в нанотеслах и характеризует уровень активности для геомагнитной широты $\sim 50^\circ$. *Aa*-индекс – среднее значение *aa*-индекса за сутки [Заболотная, 2007].

Основные проблемы подготовки данных связаны, однако, не с гелиогеомагнитными данными, а с выбором и формированием временного ряда, отражающего активность социальных процессов. В подавляющем большинстве проводившихся ранее сопоставлений (в частности, и в основополагающей монографии [Чижевский, 1973]) этот выбор страдал значительными субъективизмом и европоцентризмом.

Нами сопоставление проводилось несколькими способами. На первом, рекогносцировочном, этапе были использованы годы начала наиболее известных для широкой общественности массовых социальных движений (восстаний, революций, гражданских войн) XIX и XX вв. На втором этапе за основу бралась база данных вооруженных кон-

фликтов в мире по данным Украинского отделения Мирового центра данных (как эта база данных (БД) представлена в [Zgurovsky, Gvishiani, 2008]). Из этой БД отбирались вооруженные конфликты, в название которых входили слова «восстание», «революция», «мятеж», «гражданская война» или их синонимы. Как и в первом случае брался год начала конфликта. Однако даже и при такой формализации выбор не во всех случаях оказывался однозначным. В ряде случаев приведенные в БД работы [Zgurovsky, Gvishiani, 2008] характеристики того или иного вооруженного конфликта не совпадали с представлениями авторов данной статьи, сформированными каждым из них ранее на основании иных источников. В этой ситуации нами независимо друг от друга были сформированы две подборки данных о времени начала массовых спонтанных социальных движений. Одна подборка включает события с 1700 г. (всего 163 случая массовых социальных движений), вторая – события начиная с 1800 г. (145 случаев). Обе подборки анализировались идентичным образом. Предпринята также попытка выявить возможную широтную зависимость, для чего из списка событий с 1700 г. были сформированы две подвыборки социальных катаклизмов, реализовавшихся на широтах более и менее 45°.

Анализ данных

Количество отобранных нами событий из БД вооруженных конфликтов [Zgurovsky, Gvishiani, 2008] довольно велико, и эти события визуальным образом распределены по времени случайным образом. Поэтому на первом этапе сопоставим ход солнечной активности с моментами начала небольшого числа наиболее известных массовых социальных движений. Этот первый список социальных и политических катаклизмов новейшего времени включал следующие события: 1789 г. – Великая Французская революция; 1848 г. – революции в Европе; 1905 г. – Первая русская революция; 1917 г. – революция в России; 1838 г. – гражданская война в Испании; 1949 г. – образование КНР; 1959 г. – крах колониальной системы в Африке; 1968 г. – революционный май в Париже; 1968 г. – «Пражская весна»; 1979 г. – исламская революция в Иране; 1989 г. – «бархатные революции» в Восточной Европе; 1991 г. – распад СССР и Югославии; 2011 г. – «Арабская весна».

Мы старались отобрать события одновременно и наиболее известные и массовые, и наиболее спонтанные (т.е. в минимальной степени подготовленные и организованные целенаправленными усилиями и политической волей отдельных лиц и малых групп). Список, несомненно, спорен. Конечно, революции 1905 и 1917 гг. в России и события 1949 г. в Китае в значительной мере являются продуктом предыдущих войн и потому не вполне неожиданны. Естественно, что крах колониальной системы растянут по времени, и 1959 г. – не более чем официально признанный максимум развития этого процесса. Понятно, что при несколько ином выборе некоторые события будут исключены, а какие-то другие добавлены. Но подавляющее большинство приведенных событий вряд ли могут быть оспорены.

Сравним полученный список с ходом солнечной активности. На рис. 1 дан годовой ход чисел Вольфа за 300-летний период, на котором хорошо видны известные 11-летние циклы, и там же показаны отмеченные выше годы социальных катаклизмов. Тенденция совпадения времени (начала) социальных катаклизмов с максимумами солнечной активности представляется вполне убедительной. Чтобы такая связь исчезла, список социальных катаклизмов должен быть изменен в совершенно неоправданных масштабах. Полученный результат явился основанием для проведения более детальных сопоставлений времени социальных катаклизмов с ходом солнечной активности и изменчивостью геомагнитного поля.

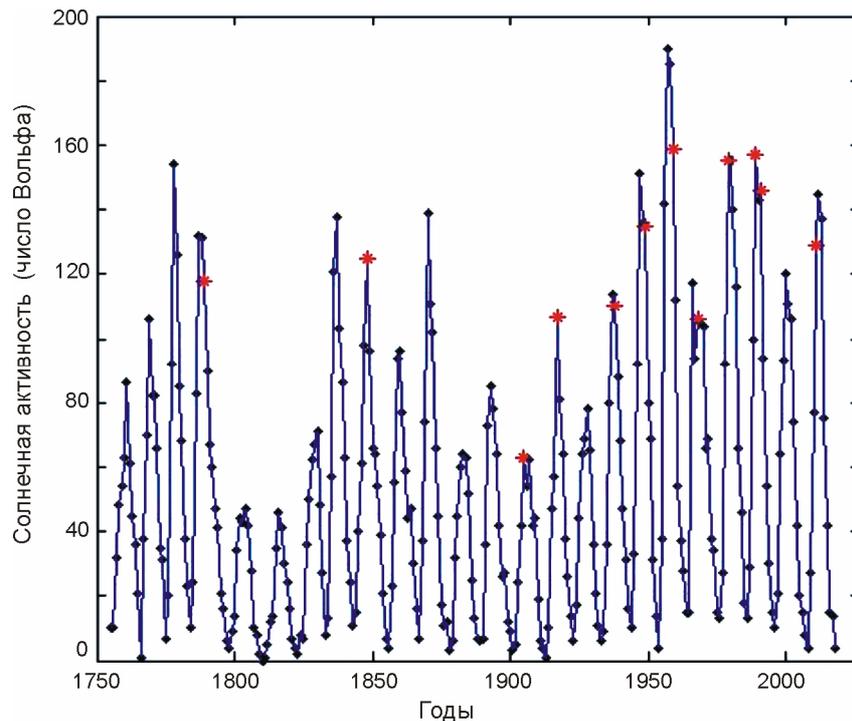


Рис. 1. Временные изменения солнечной активности (числа Вольфа) с 1750 г. и годы социальных катаклизмов («звездочки»)

Сопоставим теперь средние по времени значения анализируемых природных факторов и их величины в годы социальных конфликтов по более представительной статистике. Для этого используем две описанные выше подборки данных с 1800 и 1700 г. соответственно; для краткости будем называть их далее список А и список В. На рис. 2 приведены значения чисел Вольфа с 1700 г. по настоящее время и отмечены годы социальных катаклизмов по спискам А и В. Видно, что выбранные нами по спискам А и В события близки. Отметим, что в один год может начинаться несколько конфликтов.

На рис. 3 аналогичным образом представлены данные по значениям Aa -индекса. Данные, приведенные на рис. 2 и 3 (в отличие от рис. 1), не позволяют на основании визуального анализа с уверенностью утверждать или отрицать наличие статистической связи между годами социальных конфликтов и повышенными среднегодовыми значениями солнечной активности или Aa -индекса. Легко видеть, однако, что число лет с социальными событиями довольно велико и потому проведение статистической проверки обсуждаемой гипотезы представляется вполне реализуемым.

Сравним средние значения какого-либо гелиогеомагнитного показателя за соответствующий интервал времени T_{cp} (начиная с первого события в данной подборке данных) со средним значением этого же показателя за годы начала социальных катаклизмов N_{cp} . Величины разброса значений T_{cp} и N_{cp} оценим численным бутстреп-методом [Эфрон, 1988] (такая оценка проста и нечувствительна к возможным особенностям законов распределения, но несколько занижает величину разброса). Значимость связи времени социальных событий с повышенными значениями показателя геофизической среды будем характеризовать величиной параметра K :

$$K = (N_{cp} - T_{cp}) / (\text{разброс } N_{cp} + \text{разброс } T_{cp}).$$

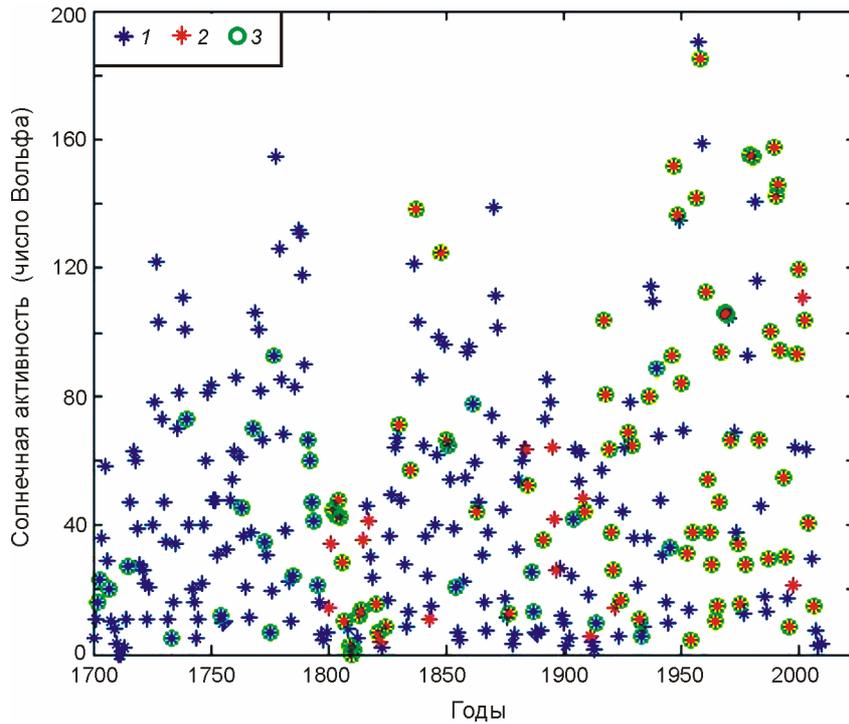


Рис. 2. Значения солнечной активности (числа Вольфа) (1) и годы начала социальных конфликтов по спискам А (2) и В (3) с 1700 г.

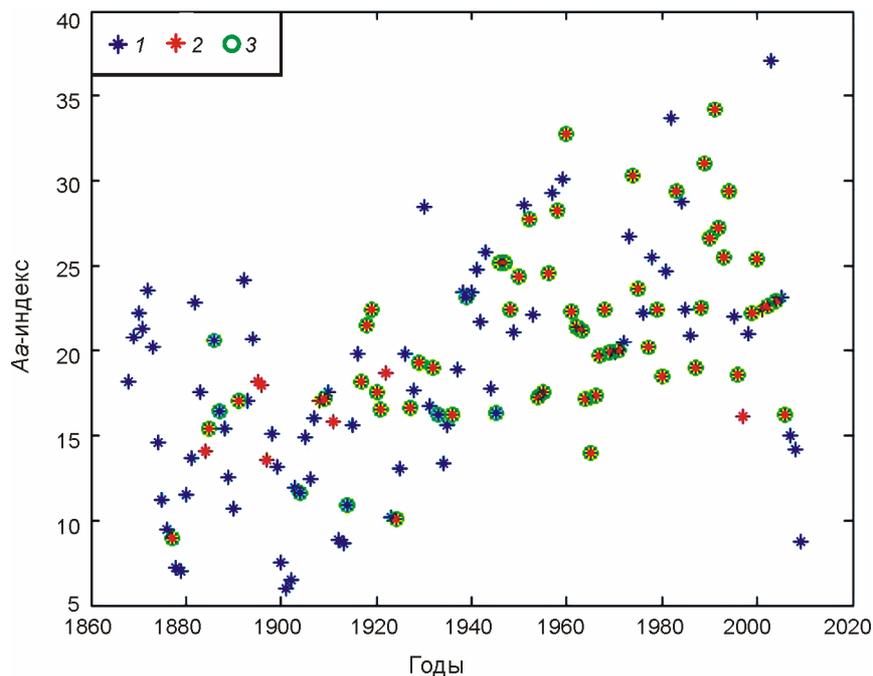


Рис. 3. Значения Aa-индекса (1) и годы начала социальных конфликтов по спискам А (2) и В (3) с 1868 г.

Величина отношения K в большинстве случаев (табл. 2, 3) оказалась существенно больше 1, что позволяет утверждать неслучайность связи. В предположении нормального распределения значений сравниваемых параметров вероятность получения значения $K > 1.2$ равна 11 %, $> 1.5 - 7$ %, $> 2 - 2$ %, $> 2.5 - 0.6$ %. Численная оценка значимости, не использующая предположение о выполнимости нормального закона распре-

ления, была получена бутстреп-методом. Полученная этим методом оценка случайной реализации полученного различия α приведена далее в таблицах.

Данные табл. 2 допускают следующую естественную интерпретацию. Видно, что для набора лет социальных катаклизмов типичны систематически повышенные значения величин чисел Вольфа и Aa -индекса. Эта особенность вполне определенно выявляется для списков событий А и В и менее достоверно для событий, происшедших на территории России (рассматривается территория б. Российской империи, б. СССР, стран СНГ).

Таблица 2. Средние значения гелиогеомагнитных факторов по времени и в годы начала социальных катаклизмов и погрешность величины средних значений

Подборка событий	Числа Вольфа, W				Aa -индекс			
	T_{cp}	N_{cp}	K	$\alpha, \%$	T_{cp}	N_{cp}	K	$\alpha, \%$
Список А	52.14±2.84	64.14±3.97	1.8	0.05	19.42±.51	22.4±0.56	2.8	0.01
Список В	50.32±2.31	59.45±3.78	1.6	0.1	19.42±.51	22.24±0.57	2.6	0.01
Россия	50.34±2.33	60.09±5.46	1.2	3	19.42±.51	20.84±0.94	0.96	7

Таблица 3. Широтная зависимость интенсивности гелиогеомагнитных воздействий на социальные системы

Подборка событий	Числа Вольфа, W				Aa -индекс			
	T_{cp}	N_{cp}	K	$\alpha, \%$	T_{cp}	N_{cp}	K	$\alpha, \%$
$\varphi \geq 45^\circ$	50.32±2.31	60.10±5.42	1.3	3.5	19.42±.51	20.56±1.05	0.9	16
$\varphi \leq 45^\circ$	50.32±2.31	59.54±4.82	1.3	1	19.42±.51	22.72±0.69	2.7	0.01

Отметим, что для обоих (А и В) списков событий отношение разницы между средним по времени значением показателя природной среды и его средним значением за годы социальных катаклизмов к величине разброса среднего значения за годы катаклизмов значимо больше для величин геомагнитного Aa -индекса: соответствующие значения коэффициента K для случая Aa -индекса больше, а значения вероятности α меньше. Отсюда можно предположить, что непосредственный природный фактор, способствующий развитию социальных конфликтов, ближе к режиму величин Aa -индекса, нежели к величинам солнечной активности (числам Вольфа). Это ожидаемо, так как цепочка воздействий представляется на настоящий момент следующей: солнечная активность \rightarrow геомагнитная активность \rightarrow живой организм \rightarrow социальная система.

Обсудим теперь вопрос наличия в выявленной статистической связи широтной зависимости. Используем для сравнения более полный список В (с 1700 г.). Результаты расчетов приведены в табл. 3. Число случаев социальных катаклизмов на широтах ниже 45° оказалось равным 110, выше 45° – 53. Меньший набор данных (первоначальная совокупность данных списка В разбита на две подборки) ожидаемо дал менее значимый результат. Особенно резко ухудшается статистическая значимость для социальных событий, происшедших в высоких широтах. Полученные результаты (см. табл. 3) приводят к несколько неожиданному выводу: значимость связи времени социальных катаклизмов с периодами повышенных значений солнечной и геомагнитной активности оказалась выше в более низких широтах. Для данных по солнечной активности разница ре-

зультатов невелика и вполне может быть объяснена недостаточной статистической представительностью данных для высоких широт (всего 53 случая), но для случая анализа величин Aa -индекса значимость связи для широт ниже 45° оказалась весьма высокой.

В целом полученные данные убедительно показывают, что годам начала социальных катаклизмов соответствуют относительно большие значения гелиогеомагнитной активности. Напрашивающийся отсюда вывод о некоем стимулирующем воздействии гелиогеомагнитных факторов представляется, однако, пока преждевременным. Действительно, на рис. 2 и 3 хорошо видно, что имеет место нестационарность временных рядов чисел Вольфа и величин Aa -индекса. Обе характеристики имеют тенденцию роста со временем (на исследуемом временном интервале), также как и плотность потока числа социальных катаклизмов (рис. 4). Указанная тенденция может приводить к большему среднему значению гелиогеомагнитной активности в годы социальных конфликтов.

Не исключено, что однонаправленное изменение гелиогеомагнитной и социальной активности взаимосвязано. Но более вероятно, что рост числа социальных катаклизмов со временем объясняется большей детальностью представления информации за более поздние годы. Для уточнения ситуации представлялось необходимым проверить, является ли гелиогеомагнитная активность в годы начала социальных катаклизмов повышенной по сравнению не только со средним значением за все время, но и по сравнению со значениями гелиогеомагнитной активности в соседние годы.

Учитывая 11-летний цикл солнечной активности, будем для сравнения использовать осреднение по 11-летним интервалам – 5 лет до и 5 лет после года начала конфликта. Для каждого года начала социального конфликта рассчитывалась разница между годовым значением данного гелиогеомагнитного параметра и его средним значением за 11-летний интервал времени, начиная с 5 лет до по 5 лет после года начала события. Эти значения суммировались для всех случаев начала конфликтов из данной выборки. Статистическая значимость полученного значения суммы Σ проверялась методом численной имитации. Для этого момент времени события случайным образом выбирался из

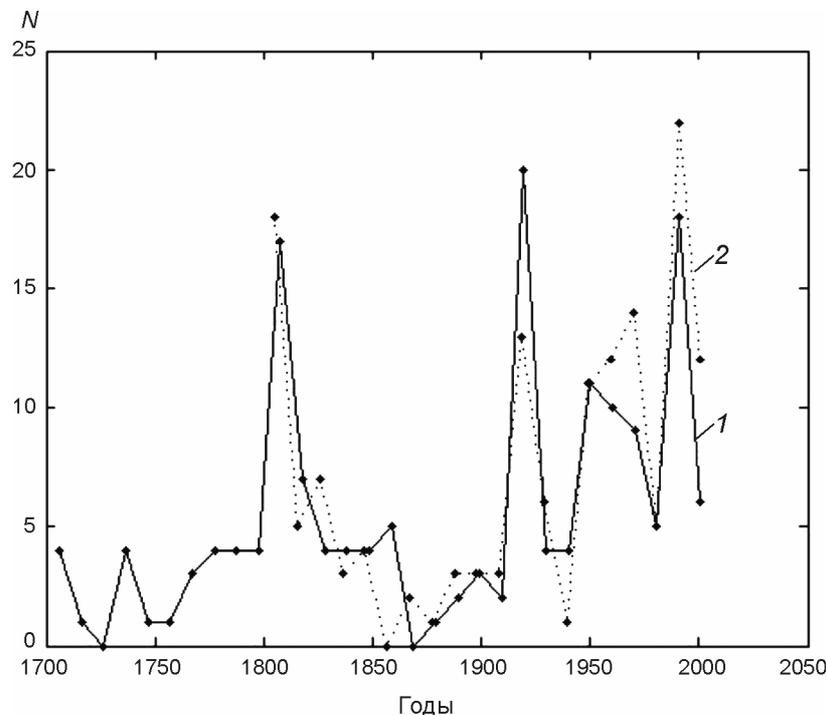


Рис. 4. Гистограммы изменения со временем числа социальных конфликтов в соответствии со списками В (1) и А (2)

всего временного интервала, а расчеты проводились большое число раз для получения статистически обеспеченного распределения модельных значений Σ . Статистическая значимость эмпирического значения Σ оценивалась по полученной имитационной случайной выборке вероятностью α превышения данного эмпирически полученного значения Σ (табл. 4).

Таблица 4. Статистическая значимость повышенных значений гелиогеомагнитной активности в годы начала спонтанных социальных конфликтов

Подборка событий	Числа Вольфа, W		Aa -индекс	
	Σ	α , %	Σ	α , %
Список А	1359	0.3	108	0.7
Список В	1057	1.8	108	0.6
$\varphi \geq 45^\circ$	573	4.8	50	0.4
$\varphi \leq 45^\circ$	517	11	56	5
Россия	814	0.2	61	0.8

Представленные в табл. 4 данные убедительно свидетельствуют, что годы начала социальных катаклизмов отвечают в среднем повышенным значениям солнечной и геомагнитной активности также и по сравнению с соседними годами 11-летнего цикла солнечной активности. Из данных табл. 4 видно также, что в большинстве случаев значимость связи между временем конфликтов и повышением значений Aa -индекса оказывается выше, чем для случая чисел Вольфа. Тем самым подкрепляется результат, что реально действующий фактор ближе по характеру изменчивости к значениям Aa -индекса, чем к значениям солнечной активности. Однако для широт выше 45° заметно более тесная связь наблюдается между реально действующим фактором и значениями солнечной активности.

Отметим также, что наш результат хорошо соответствует полученному ранее по другому набору данных выводу о высокой степени приуроченности интервалов времени максимального развития революций (*violence-from-below events*) к максимумам солнечной активности [Ertel, 1996].

Статистический геофизический прогноз социальной активности

Представленные выше результаты позволяют говорить о довольно высокой корреляции времени начала массовых спонтанных социальных протестов и интервалов времени повышенных значений солнечной и геомагнитной активности. Годам социальных конфликтов отвечают в среднем повышенные значения солнечной активности и геомагнитного Aa -индекса. Полученный вывод не раскрывает, однако, каким именно образом связаны (в среднем) моменты социальных катаклизмов и изменения солнечной активности и величин Aa -индекса. Социальные конфликты, вообще говоря, могут быть преимущественно приурочены к фазе роста активности или следовать за ее максимумом. Выше на основании данных малой статистики (см. рис. 1) можно было предположить, что социальные конфликты приурочены к годам максимумов значений солнечной активности. Использование более полных списков социальных конфликтов (списки А и В) позволяет проверить этот предварительный результат на более полном статистическом материале.

Для такой проверки построим график среднего поведения выбранной физической характеристики в окрестности ± 3 года относительно момента начала данного социального катаклизма. Для построения используем данные по величинам солнечной активности и Aa -индекса и списки катаклизмов А и В. На рис. 5 приведены результаты расчетов среднего поведения величин солнечной активности для списка А, как более позднего (с 1800 г.) и потому предположительно отвечающего более точным данным по значениям чисел Вольфа. Погрешность средних значений параметров солнечной активности за годы с -3 до $+3$ относительно года начала социального конфликта рассчитывались стандартным численным бутстреп-методом. Результаты построений по списку В в целом аналогичны.

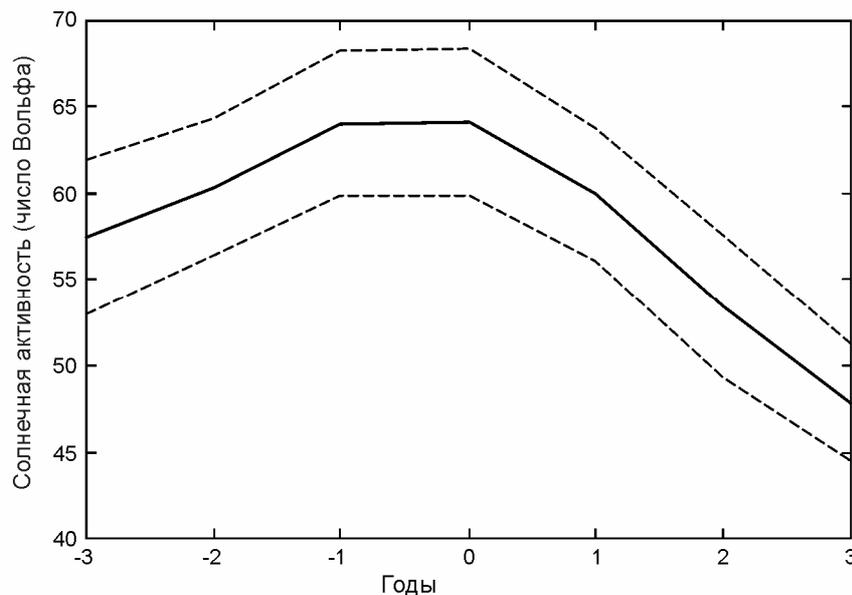


Рис. 5. Средние значения солнечной активности (числа Вольфа) в окрестности лет социальных конфликтов по списку А

0 – год события

На рис. 6 приведены аналогичным образом построенные зависимости для средних величин Aa -индекса для списка А (расчеты по списку В дают близкий результат). Суммируя данные рис. 5 и 6, можно заключить, что более типична ситуация, когда социальные волнения происходят как бы на начале спада периода максимальных значений солнечной и геомагнитной активности. Этот результат можно интерпретировать в том смысле, что перед фиксируемым началом спонтанной массовой социальной активности имеет место некая (достаточно длительная) скрытая фаза подготовки. Именно эта фаза скрытой подготовки имеет тенденцию приходиться на стадию роста и максимума солнечной и геомагнитной активности.

Исходя из вышесказанного, представляется оправданным установить, на какой стадии находится настоящий 24-й цикл солнечной и геомагнитной активности. Отсюда, используя данные рис. 5 и 6, можно оценить, как долго текущая гелиогеомагнитная активность будет оказывать стимулирующее воздействие на современную массовую социальную и политическую активность. Тем самым будет реализована попытка получения геофизического социально-политического прогноза, возможность которого отмечалась в работах [Халберг и др., 2009а, б].

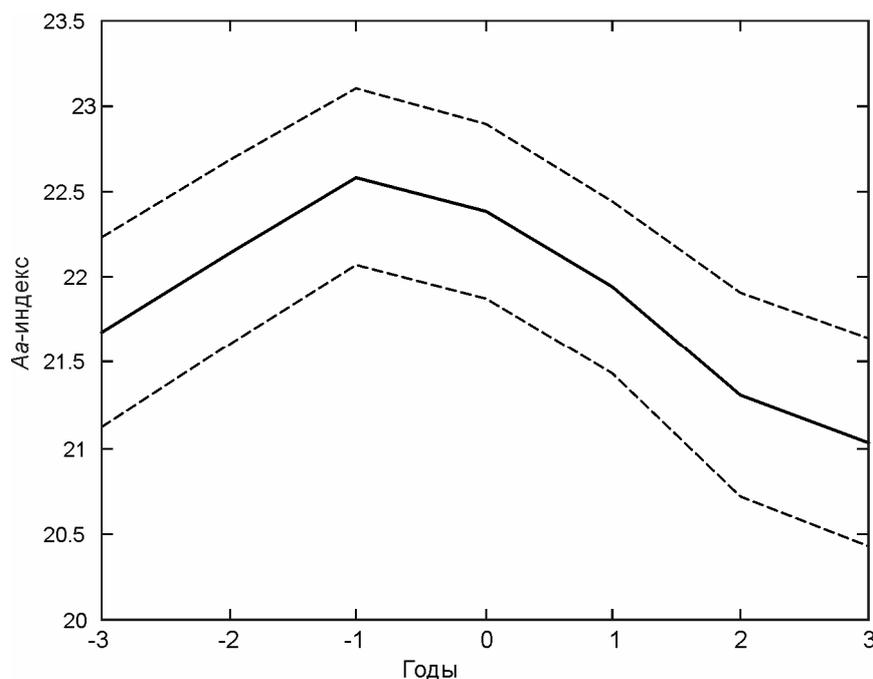


Рис. 6. Средние значения Aa -индекса в окрестности лет социальных конфликтов по списку А
0 – год события

Значения геомагнитного Aa -индекса вычисляются уже задним числом, и развитых моделей прогноза поведения Aa -индекса на настоящий момент не существует. Напротив, целый ряд национальных и международных научных центров рассчитывают прогнозы параметров космической погоды в первую очередь на основе прогноза значений солнечной активности. С современными подходами к прогнозу космической погоды на примере текущего 24-го цикла солнечной активности можно ознакомиться в работах [Obridko, Shelting, 2008; Pesnell, 2008]. Согласно прогнозу Центра предсказания космической погоды Мирового центра данных (SWPC NOAA) на начало 2012 г. максимум солнечной активности должен был наступить в 2012 г. и составлять около 65 (www.swpc.noaa.gov/SolarCycl).

Другие специалисты указывают на более поздний срок реализации максимума. По прогнозу сотрудника Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова РАН В.Н. Ишкова от 01.02.2013 г. максимум активности 24-го цикла реализуется до III квартала 2013 г. и составит $W_{\max} = 70 \pm 5$ [Режим доступа: <http://www.wdcb.ru/stp/stp.ru/prognoz.ru.html>]. Этот прогноз на настоящий момент не подтвердился – тенденция роста активности продолжилась (по предварительным данным) по июнь 2013 г. включительно. Согласно прогнозу [Хлыстов, Сомов, 2011], максимум 24-го цикла должен наступить позднее – в октябре 2013 г. и составлять $W_{\max} = 63$. По прогнозу сотрудника Геофизического центра РАН В.И. Кафтана (устное сообщение) максимум наступит еще позднее – в ноябре 2013 г. и будет иметь амплитуду $W_{\max} \cong 90$.

Наиболее поздний на момент написания статьи (июнь 2013 г.) вариант прогноза был обнародован SWPC NOAA 07.01.2013 г. (рис. 7). Согласно этому прогнозу, высокие, близкие к максимуму значения солнечной активности будут сохраняться вплоть до 2014 г. Сравнивая этот прогноз с данными рис. 5, можно предположить, что гелиогеомагнитные условия будут способствовать высокому уровню спонтанной массовой социально-политической активности вплоть до 2014–2015 гг.

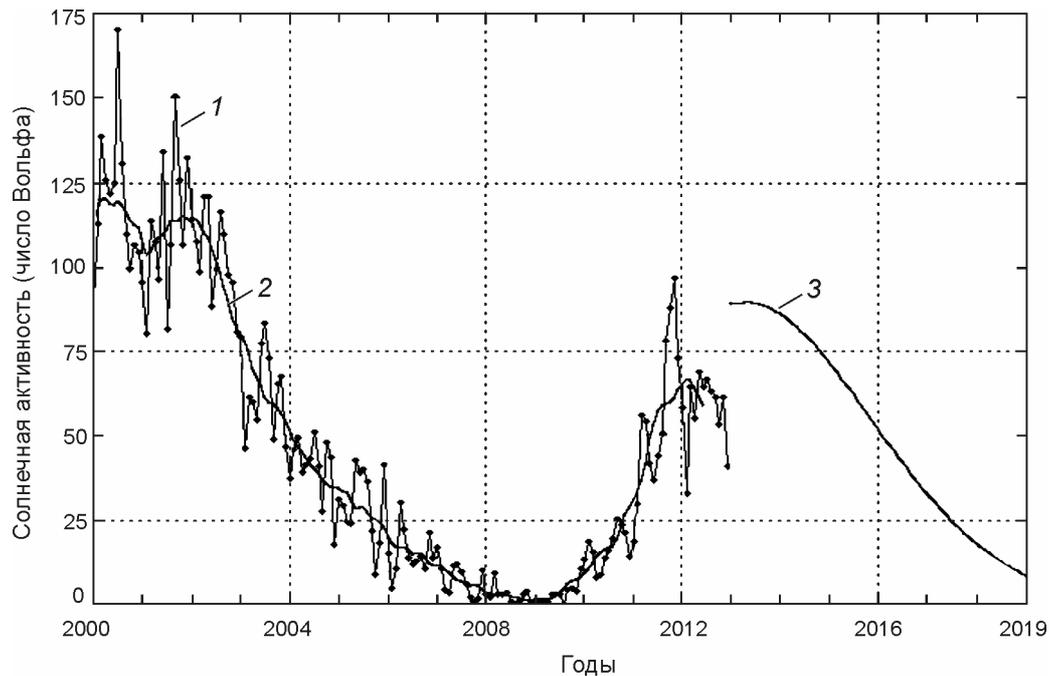


Рис. 7. Прогноз солнечной активности, сделанный Центром предсказания космической погоды Мирового центра данных (SWPC NOAA) [Режим доступа: <http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle>]

1 — месячные значения; 2 — выровненные месячные значения; 3 — предсказанные (выровненные) значения

На настоящий момент развитие 24-го цикла идет примерно в соответствии с прогнозом, представленным на рис. 7, и прогнозом В.И. Кафтана.

Резюме

Проведено сопоставление времени начала массовых спонтанных социальных движений с временными изменениями солнечной активности (числа Вольфа) и планетарным *Aa*-индексом геомагнитной активности. Под массовыми спонтанными социальными движениями понимаются вооруженные конфликты из мировой базы данных [Zgurovsky, Gvishiani, 2008], в пояснении к названиям которых использованы слова «восстание», «мятеж», «гражданская война» или их синонимы. Показано, что для лет начала социальных катаклизмов типичны относительно повышенные значения солнечной и порождаемой ею геомагнитной активности. При этом статистическая связь социальной активности с геомагнитной активностью выражена сильнее, чем с солнечной активностью.

Основным результатом проделанной нами работы явилось подтверждение наличия значимой статистической взаимосвязи между компонентами логической цепочки: солнечная активность → геомагнитная активность → социальная активность. Естественно, эта связь достаточно слабая; отсюда следует, что подтверждается распространенное мнение, что гелиогеомагнитные возмущения способствуют развитию (являются как бы триггером) уже назревших социальных конфликтов, но отнюдь не порождают сами эти конфликты.

Выявленная статистическая связь отчасти подтверждается наблюдающимся с 1850-х годов положительным трендом величин солнечной и геомагнитной активности и числа спонтанных социальных катаклизмов. Однако приуроченность социальных катаклиз-

мов к годам повышенных значений гелиогеомагнитной активности статистически надежно выявляется и на масштабе времени одного 11-летнего солнечного цикла.

Предпринятая авторами настоящей статьи попытка исследовать широтную зависимость установленной взаимосвязи не выявила явственной однозначной связи. Подчеркивается, что изменение гелиогеомагнитной активности само по себе не является причиной социальных конфликтов, так как статистическая взаимосвязь гелиогеомагнитной активности и времени таких конфликтов довольно слаба, при этом интервалы времени экстремально большого числа социальных конфликтов (десятилетия 1800-х, 1910-х, 1990-х, 2010-х гг.) приходятся на годы пониженного фона солнечно-геомагнитной активности. Отметим в этой связи и то, что предыдущий максимум солнечной активности был существенно выше текущего, но заметным подъемом социально-политической активности не сопровождался.

В свете полученной модели статистической связи динамики солнечно-геомагнитной и социальной активности и текущего состояния и прогноза 24-го цикла солнечной активности можно предположить, что гелиогеомагнитные факторы будут способствовать повышенному уровню текущей социально-политической активности населения вплоть до 2014–2015 гг.

Литература

- Биотропное воздействие космической погоды: По материалам российско-украинского мониторинга «Гелиомед» 2003–2010 гг. / Под ред. М.В. Рагульской. М.; Киев, 2010. 312 с.
- Бреус Т.К. Хроноструктура ритмов сердца и факторы внешней среды. М.: Полиграф-сервис РУДН, 2002. 32 с.
- Владимирский Б.М. Длинные волны Кондратьева и космический климат // Геофизические процессы и биосфера. 2012. Т. 11, № 2. С. 71–84.
- Владимирский Б.М., Кисловский Л.Д. Космические ритмы в европейской истории // Биофизика. 1995. Т. 40. С. 756–860.
- Владимирский Б.М., Нарманский В.Я., Темурьянц Н.А. Космические ритмы / Под ред. проф. С.Э. Шноля. Симферополь, 1994. 176 с.
- Заболотная Н.А. Индексы геомагнитной активности: Справ. пособие. Л.: ЛКИ, 2007. 88 с.
- Задонина Н.В., Леви К.Г. Хронология природных и социальных феноменов в истории мировой цивилизации. Иркутск: ИрГУ, 2009. 863 с.
- Киселев С.Л. Теоретические основы гелиогеофизического прогнозирования преступности. М.: Рос. акад. адвокатуры, 2003. 176 с.
- Халберг Ф., Корнелиссен Г., Бити Л.А., Отсука К., Ватанабе Е., Сотерн Р.Б., Катинас Г.С., Чаплицкий Д., Санчез де ла Пена С., Улмер В., Ревилла М., Земан М., Шварцкопфф О., Сингх Р.Б. Успехи хрономики в 2006–2008 гг. Ч. 1. Согласованность ритмов биосферных и гелиогеофизических процессов // Геофизические процессы и биосфера. 2009а. Т. 8, № 2. С. 13–42.
- Халберг Ф., Корнелиссен Г., Сотерн Р.Б., Чаплицкий Е., Шварцкопфф О. 35-летний климатический цикл в гелиогеофизике, психофизиологии, военной политике и экономике // Геофизические процессы и биосфера. 2009б. Т. 8, № 2. С. 43–74.
- Хлыстов А.И., Сомов Б.В. Прогноз основных параметров 24-го солнечного цикла по количеству беспятенных дней в предшествующем минимуме // Геофизические процессы и биосфера. 2011. Т. 10, № 4. С. 5–15.
- Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1973. 367 с.
- Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. М.: Финансы и статистика, 1988. 264 с.

- Chizhevsky A.L.* Les épidémies et les perturbations électromagnétiques du milieu extérieur. Paris: Éditions Hippocrate, 1938. 239 p.
- Ertel S.* Space weather and revolutions: Chizevsky's heliobiological claim scrutinized // *Studiapsychologica*. 1996. V. 38, N 1/2. P. 3–22.
- Lipa B.J., Sturrock P.A., Rogot E.* Search for correlation between geomagnetic disturbances and mortality // *Nature*. 1976. V. 259. P. 302–304.
- Obriadko V.N., Shelting B.D.* On prediction of the strength of the 11-year solar cycle // *Solar Phys.* 2008. V. 248, N 24, is. 1. P. 191–202.
- Pesnell W.D.* Predictions of solar cycle 24 // *Solar Phys.* 2008. V. 252. P. 209–220. Режим доступа: http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/SC24/May_24_2007_table.pdf
- Stetson H.T.* Sunspots in action. N.Y.: Ronald Press Co., 1947. 252 p.
- Zgurovsky M., Gvishiani A.* Sustainable development global simulation: Quality of life and security of the world population (2005–2007/2008). Kiev: Polytekhnik, 2008. 336 p.

Сведения об авторах

РОДКИН Михаил Владимирович – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН. 117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 84/32. Тел.: +7 (926) 324-95-75. E-mail: rodkin@mitp.ru

ХАРИН Евгений Петрович – кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Геофизический центр РАН. 119296, г. Москва, ул. Молодежная, д. 3. Тел.: +7 (495) 930-05-46. E-mail: kharin@gcras.ru

ON THE STATISTICAL RELATIONSHIP OF SOLAR ACTIVITY AND SPONTANEOUS SOCIAL PROCESSES

M.V. Rodkin¹, E.P. Kharin²

¹ Institute of Earthquake Prediction Theory and Mathematical Geophysics,
Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² Geophysical Centre, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. A comparison of the time of beginning of spontaneous social movements with the level of the solar activity characterized by the sunspot number and *Aa*-planetary index of geomagnetic activity is presented. It is shown that the higher values of solar and geomagnetic activity are typical of the beginnings of episodes of spontaneous social activity (revolutions, uprisings, etc.). The connection of social activity with geomagnetic activity is expressed somewhat stronger than with the solar activity. Heliogeomagnetic activity itself is not, however, the cause of social conflicts, as evidenced by the weakness of the statistical relationship and the fact that the time intervals of extremely large number of social conflicts (the decades 1800s, 1910s, 1990s) occurs during periods of reduced mean level of solar and geomagnetic activity. From the obtained averaged statistical model of the solar-geomagnetic influence upon the social activity and the current status and forecast of current solar cycle, we can assume that the heliogeomagnetic factors will contribute to an increased level of social and political activity at least by the end of 2014 year and possibly a little longer.

Keywords: solar-terrestrial relations, spontaneous social activity.