

УДК 537.591

## ГЕЛИОКЛИМАТОЛОГИЯ: ВНЕЗЕМНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЗЕМНОГО КЛИМАТА

<sup>1,3</sup>Либин И.Я., <sup>2</sup>Перес Пераса Х., <sup>3</sup>Янке В.Г., <sup>4</sup>Дорман Л.И., <sup>1</sup>Трейгер Е.М.

<sup>1</sup>НОУ ВПО «Международная Академия оценки и консалтинга»,

Москва, e-mail: libin@bk.ru; post@maok.ru;

<sup>2</sup>Институт Геофизики Национального Автономного Университета Мексики, Мехико, e-mail:

perperaz@yahoo.com.mx; perperaz@geofisica.unam.mx;

<sup>3</sup>Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн имени Н.В. Пушкова  
Российской Академии наук (ИЗМИРАН), Москва, Троицк, e-mail: yanke@izmiran.ru;

<sup>4</sup>Израильское Космическое Агентство, Тель-Авив, e-mail: lid@physics.technion.ac.il

Проведен анализ поведения 380-летних изменений солнечной активности, температуры, осадков, солнечной радиации, штормистости и CO<sub>2</sub>. Обнаружена тенденция совпадения всех процессов на ветви роста 400-летних изменений. Показано, что основным фактором климатических изменений на Земле является солнечная активность. Для дальнейших сценариев существования человечества в обозримой перспективе, уже не так важно, что лежит в основе глобального повышения температуры, CO<sub>2</sub>, осадков ... Теперь важно искать пути, как снизить риски глобальных климатических изменений на природу, биосферу и экономику. Важно также оценить факторы положительные экономического развития мирового сообщества в целом и России, в частности, вызванные этими изменениями. Показано, что своевременное отслеживание и прогнозирование изменения активности Солнца и вызванных ею земных явлений позволяют снижать экономические риски и выработать оптимальную стратегию для предотвращения природных катастроф.

**Ключевые слова:** солнечно-земные связи, солнечная активность, космические лучи, глобальное потепление, ураганы, авторегрессионный анализ, температурный эффект космических лучей

## HELIOCLIMATOLOGY: SPACE SOURCES OF THE EARTH'S CLIMATE

<sup>1,3</sup>Libin I.Y., <sup>2</sup>Perez Peraza J., <sup>3</sup>Yanke V.G., <sup>4</sup>Dorman L.I.

<sup>1</sup>International Academy of Appraisal and Consulting, Moscow, e-mail: libin@bk.ru; post@maok.ru;

<sup>2</sup>Geophysical Institute of UNAM, Mexico D.F., Mexico,

e-mail: perperaz@yahoo.com.mx; perperaz@geofisica.unam.mx;

<sup>3</sup>N.V. Pushkov Institute of the Terrestrial magnetism, ionosphere and radiowave propagation of the  
Russian Academy of science (IZMIRAN), Moscow, Troitsk, e-mail: yanke@izmiran.ru;

<sup>4</sup>Israel Space Agency, Tel-Aviv, e-mail: lid@physics.technion.ac.il

The paper analyzes the behavior of 380-year changes in solar activity, temperature, rainfall, solar radiation, shtormistosti and CO<sub>2</sub>. The trend matches all processes on the rising 400-year changes. It is shown that the main factor of climate change on Earth is solar activity. For further scenarios of human existence in the foreseeable future, is not so important, that is the basis of global warming, CO<sub>2</sub>, precipitation ... It is now important to look for ways to reduce the risks of global climate change on nature, the biosphere and the economy. It is also important to assess the positive factors of economic development of the international community in general and Russia in particular, due to these changes. It is shown that the timely prediction of changes in solar activity and terrestrial phenomena due to its ability to reduce the economic risks and to develop an optimal strategy for the prevention of natural disasters.

**Keywords:** solar-terrestrial relations, solar activity, cosmic rays, global warming, hurricanes, autoregressive analysis, the temperature effect of cosmic rays

Впервые в истории науки обратил внимание на синхронность солнечной активности и происходящих на Земле процессов А.Л. Чижевский. «Как же волнения и бури на Солнце влияют на планету? – писал он – Продолжает ли наш космический корабль «Земля» спокойно и безмятежно плыть своим курсом или его все же «покачивает» на волнах солнечных циклов так, что время от времени слышен звон стаканов в кают-компаниях?».

Ранее было установлено, что климатические процессы – ледники, потепления, повторяемость тайфунов и землетрясений, выпадение осадков – связаны с Солнцем. С 11-летними, 22-30-летними и вековыми

циклами связана степень ледовитости Арктики и Антарктики, колебания уровня океанов, пульсации Гольфстрима, термический режим морей. Максимальные значения энергии землетрясений приходятся на годы максимумов солнечной активности. 11-летняя цикличность наблюдается в движении полюсов Земли, в повышении и снижении скорости вращения Земли. В такт Солнцу меняется напряженность земного магнетизма, частота полярных сияний, радиоактивность воздуха, количество озона в озоновом слое, цикличность засух и наводнений, уровень воды в озерах, пульсация земной коры.

В последнее время было доказано, что в периоды вспышек на Солнце резко меня-

ется состав крови: в эти моменты кровь напоминает ту, которая бывает у людей, перенесших радиоактивное облучение. Влияние на кровь оказывают не только долгопериодные циклы (как и на все в природе), но и годовые, сезонные, суточные и даже секундные. Кровь меняется постоянно – в нас как вино, бродит Солнце.

Самый «популярный» солнечный цикл – 11-летний. Но есть и огромное количество других циклов: 22-летний, 7-летний, квазидвухлетний, полторагодовой, 36-летний, 80-90-летний, 169-180-летний, 27-дневный. Существуют и сверхдлинные 600-летние и 1800-летние циклы. Расстрелянный в 1938 году в сурдальской тюрьме советский экономист Н.Д. Кондратьев открыл 58-64-летние колебания экономической активности, которые теперь названы его именем. К. Енсенем выделен 17-летний фрахтовый цикл: голландские корабли подгоняли под него срок годности своих судов. Но как конкретно все эти солнечные колебания могут трансформироваться в наблюдаемые нами изменения на Земле? Где механизм этих воздействий?

#### **Солнечная активность и уровни замкнутых водных систем**

1. Для выявления запаздываний, уточнения их величин и изучения общих цикличностей в данных водности замкнутых экосистем (озер) и солнечной активности мы использовали как традиционные методы спектрального анализа (развитые в предположении о квазистационарности изучаемых процессов), так и методы авторегрессионного спектрального анализа (пригодные для процессов нестационарных).

Анализ проводился по среднемесячным значениям измерений солнечной активности (числа Вольфа, площади солнечных пятен, интенсивность корональной линии с длиной волны 5303 Å, NL-индекс, радиоизлучение Солнца на частоте 10,7 см), космических лучей и уровней изолированных озер в Мексике (Патскуаро), Эстонии-России (Чудское), России (Каспийское море и Байкал) и Туркмении (Аральское море) за 1811-2011 гг.

В результате расчетов спектральных характеристик уровня Чудского озера и солнечной активности (СА) обнаружено наличие статистически значимых вариаций водности с периодами порядка 2,6-2,8, 9,5-11,2, 22 и 80-90 лет, при этом запаздывание водности относительно солнечной активности колеблется от 1,5 до 3-4 лет и за-

висит от цикла солнечной активности. Для нечетных циклов максимум водности запаздывает относительно минимума солнечной активности на два года, для четных – около трех. При этом структура гистограмм водности для четных и нечетных циклов различна, что свидетельствует в пользу тезиса о преобладании в гидрологических процессах 22-летней цикличности. Аналогичные расчеты были проведены и для Каспийского и Аральского морей, озера Байкал и озера Патскуаро (Мексика).

Сопоставление спектральных характеристик гидрологических параметров с аналогичными спектрами галактических и солнечных космических лучей показывает хорошее согласие не только в частотной области, но и по фазе (в 1957-2007 гг. в космических лучах наблюдались очень хорошо скорелированные с СА и температурой вариации периодичностью 3-5 месяцев, 1 год, 2-4 года и 11 лет, совпадающие с вариациями солнечной активности и температуры за тот же период). Кроме того, как и для остальных метеогидрологических параметров, на фоне относительно стабильных 11-летних и 22-летних изменений водности хорошо виден нестабильный характер изменений с меньшими периодами: колебания с периодами от нескольких месяцев до 2-4 лет наблюдаются не во всех циклах солнечной активности, хотя хорошо повторяют солнечную ритмику.

#### **Тенденция изменений площади льда Балтийского моря при изменении климата**

По 292-летнему ряду наблюдений, характеризующих максимальные площади льда Балтийского моря с 1720 по 2012 гг., проведен спектральный и авторегрессионный анализ, при этом анализ проводился отдельно для четных и нечетных циклов солнечной активности. Результаты авторегрессионного анализа показали наличие значимых колебаний площади льда Балтийского моря с периодами 80-90 лет, 20-22 года, 9-13 лет и 4-7 лет. При этом следует отметить, что проведение взаимного авторегрессионного анализа для всего массива данных и отдельно для четных и нечетных циклов солнечной активности обнаруживают интересную картину: в нечетных циклах наблюдаются ярко выраженные 4-7-летние, 10-12-летние и 80-90-летние вариации площадей льда (на фоне более слабо выраженных 300-летних вариаций), в четных циклах преобладают 20-30-летние, 80-90-летние и 300-летние вариации.

Естественно предположить, что существование 11-летней вариации площади льда в нечетных циклах и ее отсутствие в четных циклах, лишь усиливает 22-летнюю вариацию. Существенно также и то, что полученные результаты хорошо коррелируют с любыми индексами солнечной активности. Считаем возможным привести еще один вывод, сделанный авторами из проведенных расчетов: при фильтрации исходного ряда скользящим средним с периодами 50, 75, 100 и 150 лет и дальнейшим совместным АРМА-анализом с аналогичными данными солнечной активности, в рядах площадей льда обнаружен долгосрочный тренд с периодом, значительно превышающим выделенные вариации (> 800-1000 лет). При этом, поведение этого тренда свидетельствует о суммарном (и достаточно сильном) общем потеплении климата в северном полушарии, в особенности в последние 100-200 лет.

#### **Изменения солнечной активности и их влияние на приземную температуру**

Анализ проводился по среднемесячным значениям приземной температуры в Мексике (Такубайя), Эстонии (Тарту), Швеции (Стокгольм), Литве (Каунас) и России (Москва, Архангельск, Ленинград) за период 1712-2012 гг. Результаты расчетов спектров для солнечной активности (СА) и аналогичные результаты взаимных спектров СА и температуры демонстрируют практически точное совпадение выделенных частот (соответствующих периодичностям порядка 2-4 и 9-11 лет) и хорошее совпадение запаздываний между процессами 2-3 года. При этом, совпадает и динамика поведения колебаний: если 9-11-летние колебания присутствуют постоянно, то колебания с периодами 2-4 года носят более случайный характер, что впрочем, также хорошо согласуется с поведением аналогичных колебаний солнечной активности.

Сопоставление спектральных характеристик атмосферных параметров с аналогичными спектрами галактических и солнечных космических показывает хорошее согласие не только в частотной области, но и по фазе. Наиболее впечатляющий результат был получен при сопоставлении данных расчетов амплитудных и фазовых спектров температуры за 1937-2011 годы в России, Эстонии и Швеции, космических лучей за тот же период и солнечной активности. При этом не только выявлены общие для всех массивов данных колебания с периодами

10,5, 2-3,7 и 1,3-1,7 года, но и обнаружено практически одновременное изменение фазы всех выявленных колебаний около 1958 и 2002 годов.

#### **Воздействие солнечной активности на циклические изменения осадков**

В результате проведения исследований температуры и гидрологических параметров была построена прогностическая модель, которая дает погрешность предсказания уровней Чудского озера и озера Байкал на 1 год вперед порядка 30%. Из анализа возможных механизмов колебаний уровня озер возникла необходимость привлечения для прогностической модели различных метеорологических параметров, в частности данных измерений величины осадков в районе Чудского озера, и, следовательно, возник вопрос о характере этих изменений.

Для анализа использовались данные наблюдений осадков в Эстонии, Литве и России за 1910-2012 годы и солнечной активности (площадь пятен S). Корреляционные и взаимные корреляционные функции демонстрируют хорошее совпадение поведения процессов, при этом, периодичности порядка 1 года и 3 месяцев во всех данных связаны с солнечной активностью, что подтверждается результатами спектрального анализа между солнечной активностью и колебаниями величины осадков как за весь анализируемый интервал, так и за 1987-2011 годы. Расчеты амплитудных спектров и спектров когерентности показали наличие в анализируемых данных как 11-летней составляющей, так и квазидвухлетней волны.

Полученные результаты хорошо согласуются с данными аналогичных расчетов для температуры и уровней озер. Кроме того, полученные результаты хорошо согласуются с результатами анализа средней скорости ветра в энергоактивных зонах и, следовательно, хорошо укладывается в общую картину связи атмосферных процессов с солнечной активностью.

#### **Модуляция солнечной радиации на Земле и ее связь с солнечной активностью**

В рамках экологических программ, связанных с загрязнением атмосферы, был проведен долгосрочный эксперимент по измерениям солнечной радиации в различных точках земной поверхности, вызывающих серьезное беспокойство: Мехико, Москва, Санкт-Петербург и Вильнюс. При

этом, наряду с оценками вклада производственной деятельности человека (выбросы пыли, продуктов сгорания и выхлопных газов в атмосферу, аэрозоли и т.д.) была предпринята попытка оценить возможную модуляцию солнечной радиации, наблюдаемой на Земле, солнечной активностью.

Авторами был проведен совместный двумерный авторегрессионный спектральный анализ суммарной площади солнечных пятен, солнечной радиации и космических лучей по данным среднемесячных наблюдений за 1952-2012 гг. в Мексике, России и Литве. Обнаружено, что в широком диапазоне частот в данных наблюдений солнечной радиации на Земле наблюдаются колебания с периодами 3-4 месяца, 1,3-2, 4 и 11 лет, тесно связанные с солнечной активностью. Сопоставление полученных результатов с аналогичными исследованиями влияния солнечной активности на приземную температуру, уровень озер, величину осадков и штормистости показывает не только хорошее качественное, но и количественное (с точностью до запаздывания) соответствие.

#### **Возможные механизмы воздействия космических факторов на климат**

Как показано в целом ряде работ [1, 2], имеется несколько вероятных механизмов воздействия гелиофизических и космофизических факторов на нижние слои атмосферы и Землю:

1. Механизмы, основанные на изменении солнечной постоянной (астрономической и метеорологической),
2. Изменение прозрачности атмосферы под действием различных внеземных процессов и, в частности, под действием галактических космических лучей,
3. Дополнительное инфракрасное излучение во время магнитных бурь,
4. Воздействие солнечного ветра на параметры атмосферного электричества,
5. Конденсационный механизм,
6. Озонный механизм,
7. Гидродинамическое взаимодействие верхних и нижних слоев атмосферы.

При этом существенным фактором любого из механизмов является поток тепла от внешних источников: солнечные вспышки, взаимодействие солнечной плазмы с маг-

нитосферой земли, геомагнитные бури, магнитосферная конвекция, вторжение частиц в полярные области, генерация солнечными и галактическими космическими лучами дополнительного количества двуокиси азота и озона в нижней стратосфере, влияние солнечной активности на электрическое поле атмосферы и т.д. В любом случае, источник находится вне Земли.

#### **Выводы**

Таким образом, использование всего существующего сегодня спектрального аппарата и сопоставление результатов различных спектральных вычислений, показывают что источником механизма воздействия на изменения циркуляции атмосферы, водности замкнутых озер является циклическая деятельность Солнца и ее влияние на атмосферу Земли.

В результате исследований доказана вероятная взаимосвязь процессов на Солнце и в атмосфере Земли, при этом анализ поведения запаздывания между атмосферными процессами и солнечной активностью показывает существование стабильных сдвигов от 12 до 36 месяцев между процессами, что хорошо согласуется с результатами расчетов по другим методикам.

Кроме того, выявлено, что при совместном анализе температуры в различных точках Земли и солнечной активности выбор индексов солнечной активности не играет решающей роли: так площадь пятен в приэкваториальной зоне Солнца представляется авторам наиболее приемлемым индексом для расчетов.

Поэтому, при попытках создания прогностических моделей климатологических процессов необходимо учитывать изменения солнечной активности, процессы в межпланетной среде и наблюдаемые на Земле вариации космического излучения.

#### **Список литературы**

1. Либин И.Я. Гелиоклиматология / И.Я. Либин, Х. Перес Пераса. – М.: МАОК, 2009. – 254 с.
  2. Perez Peraza J., Dorman L., Libin I. Space Sources of the Earth's Climate. – Padova: Euromedia, 2011. – 368 p.
- References
1. Libin I.Ya. Gelioclimatology / I.Ya. Libin, J. Perez Peraza. M.: MAOK, 2009. 254 p.
  2. Perez Peraza J., Dorman L., Libin I. Space Sources of the Earth's Climate. Padova: Euromedia, 2011, 368 p.