

ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

УДК 911.2
ББК 26.0

А.Ю. Ретеюм

ДОЛГОСРОЧНАЯ ОЦЕНКА РИСКА ПО ДАННЫМ О ЦИКЛАХ И ТRENДАХ. СИБИРСКИЙ ПРИМЕР В ГЛОБАЛЬНОМ КОНТЕКСТЕ*

Для изучения отклика биоты на 179-летнюю периодичность солнечной активности были обработаны результаты измерений прироста сибирской лиственницы с полуострова Ямал. Составленная дендрохронология охватывает период с 559 по 1989 гг. В прошлом частота величин площади солнечных пятен менее медианы была значительно выше в первую половину 179-летнего цикла. Установлен факт более вероятного полного солнечного излучения ниже нормы в течение первых 80–100 лет рассматриваемого цикла. Ослаблению солнечной активности в начальные десятилетия пяти прошлых циклов отвечает тенденция к падению продуктивности леса. Судя по выполненному эмпирическому обобщению, фактор солнечной активности, взятый в отдельности, на протяжении ближайших 10–20 лет способен оказать неблагоприятное действие на лиственничники Ямала. Энергия к северу от 60-й параллели поступает в атмосферу благодаря реакциям с кислородом и углеродом глубинного водорода, мигрирующего во все больших количествах по тектоническим разломам и трещинам от дрейфующего ядра планеты к земной поверхности. Рост частоты глубоководных землетрясений четко отражает этот процесс. Водородная дегазация вызывает разрушение озонового слоя над арктическими и субарктическими районами Сибири. Другим, более заметным ее результатом, служит повышение температуры воздуха, а также таяние мерзлоты. Атмосферные эффекты открыты автором при анализе метеорологических ситуаций при слабых землетрясениях в районе Салехарда. Признаки ускорения или замедления в движении ядра Земли в данный момент отсутствуют, поэтому логично предположить, что потепление климата продолжится.

Ключевые слова:

Арктика, дрейф ядра Земли, озон, оценка риска, солнечная активность, потепление климата.

Ретеюм А.Ю. Долгосрочная оценка риска по данным о циклах и трендах. Сибирский пример в глобальном контексте // Общество. Среда. Развитие. – 2019, № 1. – С. 92–96.

© Ретеюм Алексей Юрьевич – доктор географических наук, профессор, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва; e-mail: aretejum@yandex.ru

Актуальнейшая задача науки – предвидение изменений условий обитания человека в обозримом будущем. Известные попытки ее решения, в сущности, сводятся к экстраполяции наблюдаемых трендов в развитии процессов, рассматриваемых как средообразующие факторы. Чаще всего имеется в виду эмиссия диоксида углерода, которая считается антропогенной по своему происхождению. Кроме того, все большее внимание привлекает феномен

снижения солнечной активности в последние десятилетия (рис. 1).

Для полноты картины необходимо также учитывать возможную роль перемещения ядра Земли к Северному полюсу, проявляющуюся, в частности, в усилении водородной дегазации недр.

Исторические и палеогеографические факты, свидетельствующие о многократном повторении событий потепления и похолодания в бассейне Северного Ледови-

* Исследование выполнено при финансовой помощи РФФИ. Проект 19-05-00786.

того океана, напоминают о необходимости специального анализа долговременной периодичности природы в интересах долгосрочного прогнозирования или, точнее, оценки риска нежелательных перемен. Особый интерес для нас должен представлять большой сарос – 179-летний цикл, связанный с движением Солнца относительно барицентра Солнечной системы.

Большой сарос и опорная дендрохронология

Расчеты позволяют определить даты временных границ конкретных 179-летних циклов с 2841 г. до н.э. Последняя их смена произошла в апреле 1990 г., предыдущая – в июне 1811 г. Используя астрономическую информацию, можно установить определенные закономерности многолетних колебаний солнечной активности. Недавно закончившийся период, как и каждая из его 22-летних восьмых частей ($22 \text{ года} \times 8 \approx 179 \text{ лет}$), состоит из двух неравных половин, это циклы Ганского-Глейсберга (рис. 2).

Осреднение восстановленных величин площади солнечных пятен за период 1090–1989 гг. дает довольно полное представление о структуре цикла, характеризующейся временами пониженной и повышенной активности звезды (рис. 3).

Для изучения отклика биоты на 179-летнюю периодичность солнечного излучения (а также циркуляции атмосферы, обусловленной замедлениями и ускорениями вращения Земли) были обработаны результаты массовых измерений толщины древесных колец сибирской лиственницы (*Larix sibirica*) с полуострова Ямал, произведенных сотрудниками Института экологии растений и животных УрО РАН [1]. Составленная дендрохронология охватывает период с 559 по 1989 гг. ($179 \text{ лет} \times 8 \approx 1430 \text{ лет}$), т.е. следующий по иерархической лестнице цикл.

Рост лиственниц и солнечная активность

Восстановленные гелиофизические индикаторы открывают путь к выяснению характера влияния космоса на арктическую природу в давние моменты экстремумов, когда еще не были организованы систематические наблюдения. Так, обнаруживается негативная реакция ямальских лиственниц на очень низкую степень солнечной активности (рис. 4). Вместе с тем становится хорошо заметной прямая зависимость роста деревьев от состояния Солнца.

Площадь пятен, числа Вольфа

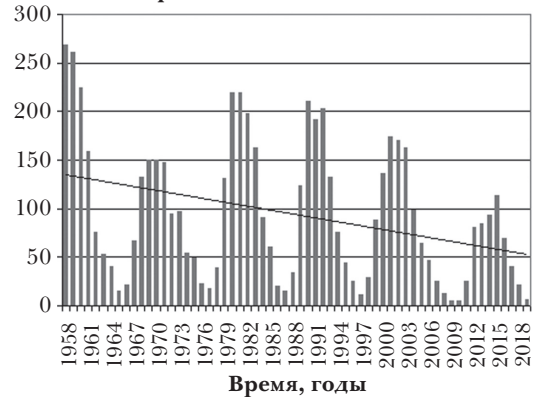


Рис. 1. Площади солнечных пятен и их тренд в 1990–2018 гг. (по данным World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspot number).

Площадь пятен, числа Вольфа

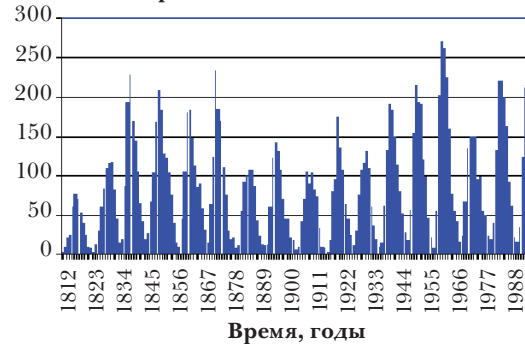


Рис. 2. Последний 179-летний цикл солнечной активности (по данным World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspot number).

Площадь пятен, числа Вольфа

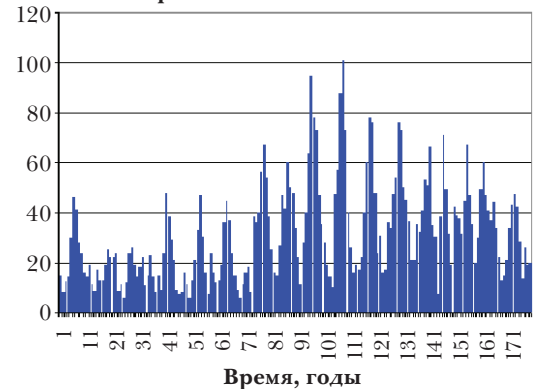


Рис. 3. 179-летний цикл солнечной активности. Обобщение за период 1090–1989 гг. (расчет по данным Главной Пулковской обсерватории).

Полная аналогия прослеживается в отношении действия на лес вариаций полного солнечного излучения (рис. 5).

Найденные связи создают предпосылки для оценки риска возникновения крупных аномалий.

К решению задачи предвидения

При нынешнем уровне наших знаний есть смысл говорить только о большей или меньшей вероятности наступления интересующих нас событий, ориентируясь сначала на правило циклического подобия. В прошлом частота величин площади солнечных пятен менее медианы была значительно выше в первую половину 179-летнего цикла сароса (рис. 6).



Рис. 4. Прирост лиственниц и солнечная активность в период 1090–2005 гг. (расчет по данным [1] и Главной Пулковской обсерватории).

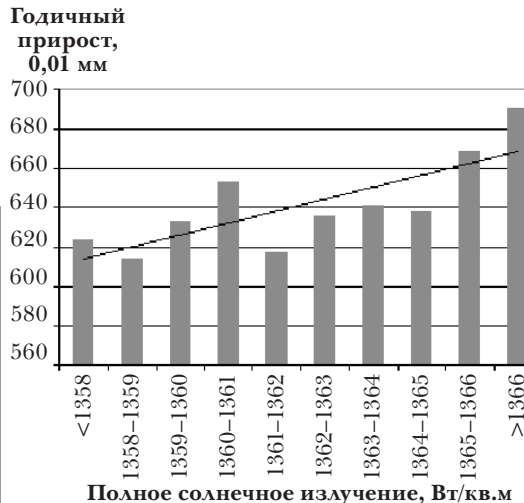


Рис. 5. Реакция лиственниц Ямала на вариации полного солнечного излучения в период 559–1989 гг. (расчет по данным [1] и [2]).

Точно также можно констатировать факт более вероятного полного солнечного излучения ниже нормы в течение первых 80–100 лет рассматриваемого цикла (рис. 7).

Ослаблению солнечной активности в начальные десятилетия пяти прошлых циклов отвечает тенденция к падению продуктивности леса (рис. 8).

Начало нового цикла отмечено большими величинами прироста древесины на протяжении около 15 лет. О новейших тенденциях развития лесов на Ямале информации недостаточно для уверенного вывода, однако, по имеющимся сведениям, рост лиственниц ухудшился.

Судя по представленному эмпирическому обобщению, фактор солнечной активности, взятый в отдельности, на протяжении ближайших 10–20 лет способен оказать неблагоприятное действие на лиственничники Ямала.

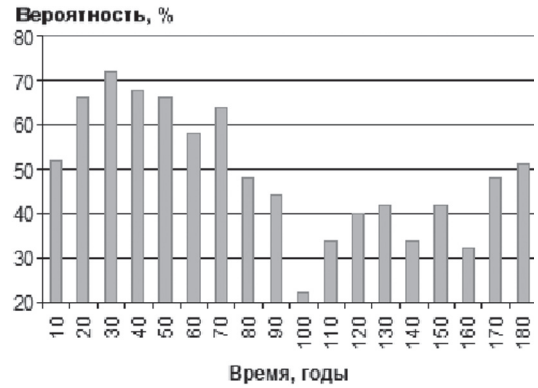


Рис. 6. Распределение вероятностей чисел Вольфа ниже медианы по годам 179-летнего цикла (осреднение по 10 лет за период 1096–1989 гг.; расчет по данным Главной Пулковской обсерватории).

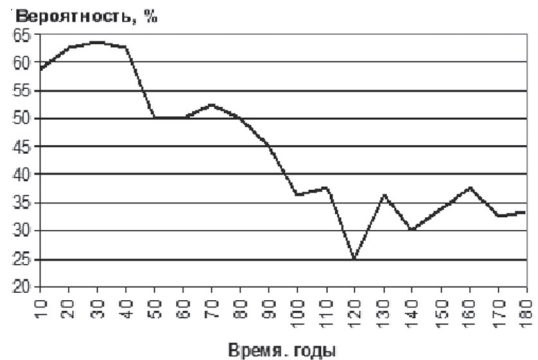


Рис. 7. Вероятности величины полного солнечного излучения ≤ 1362 Вт/кв. м по годам 179-летнего цикла (осреднение по 10 лет за период 559–1989 гг.; расчет по данным [2]).

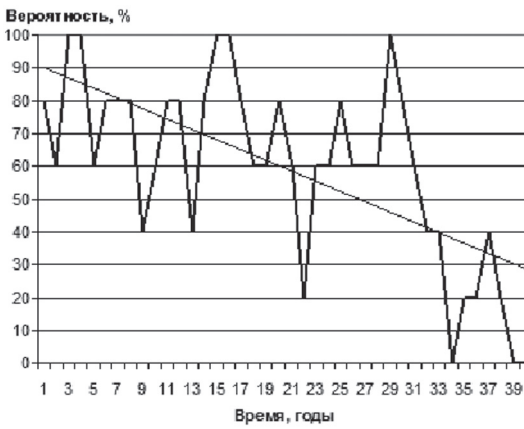


Рис. 8. Прирост лиственных ниже нормы в первые десятилетия 179-летнего цикла (период 1096–1899 гг., расчет по данным [1]).

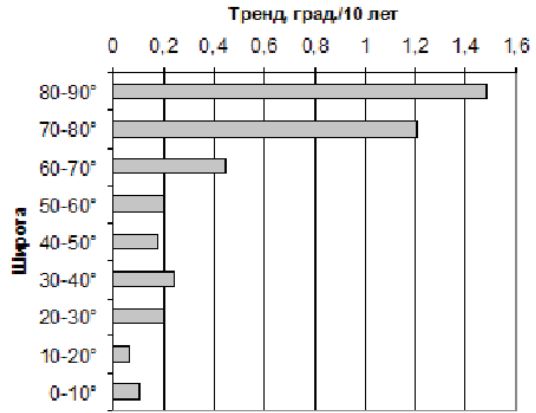


Рис. 10. Тренды средней годовой температуры приземного слоя воздуха по широтным поясам Евразии, 60–150° в.д. (расчет по данным NOAA, Earth System Research Laboratory).

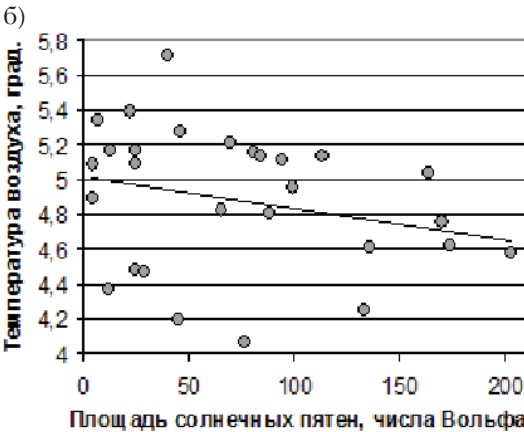
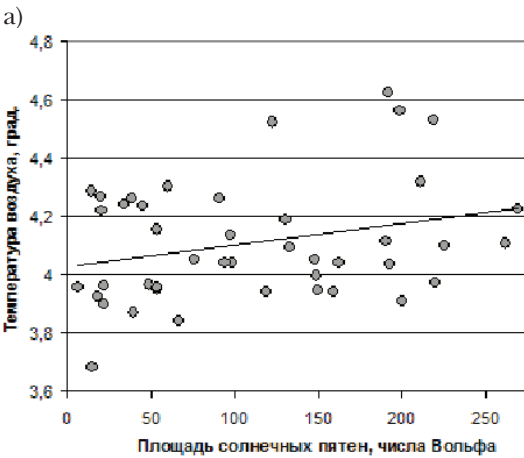


Рис. 9. Связи средней глобальной температуры приземного слоя воздуха с площадью солнечных пятен в 1948–1989 гг. (а) и в 1990–2018 гг. (б) (расчет по данным NOAA, Earth System Research Laboratory).

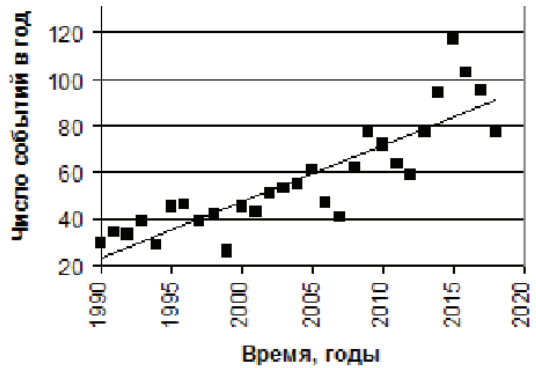


Рис. 11. Повторяемость глубокофокусных (> 100 км) землетрясений с М 3+ в Северном полушарии на широтах 60–90° с.ш. в 1990–2018 гг. (расчет по данным International Seismological Centre).

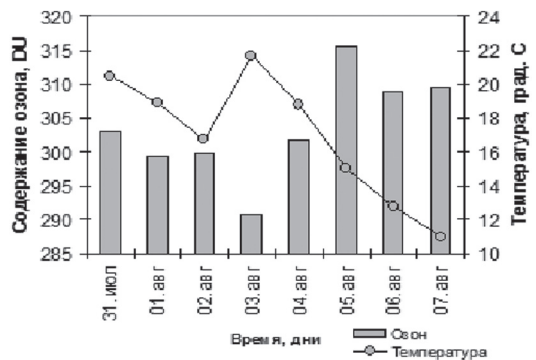


Рис. 12. Сокращение общего содержания озона в атмосфере и повышение температуры приземного слоя воздуха в Салехарде, на расстоянии 180 км от эпицентра землетрясения 3 августа 2004 г.; тв 3.4; координаты: 68,1151° с.ш. и 65,1615° в.д. (по данным International Seismological Centre, NASA, SBUV Merged Total and Profile Data Sets и Weather Underground).

Материалы метеорологических наблюдений в Салехарде и на других станциях Арктики и Субарктики сигнализируют о процессе потепления климата, начавшемся во второй половине XX столетия. Это явление выходит за рамки установленного для предшествующих веков и десятилетий соответствия между температурой приземного слоя воздуха и солнечной активностью (рис. 9а, 9б). Для объяснения причины происходящего требуется идентифицировать действующие силы.

Прежде всего, сопоставим температурные тренды по широтным поясам Азии (рис. 10). Как видим, потепление фиксируется главным образом на высоких широтах, практически безлюдных, что бесспорно свидетельствует о местном происхождении источника тепла. Тем самым исключается адвекция прогретых воздушных масс с густонаселенного юга.

Энергия к северу от 60-й параллели поступает в атмосферу благодаря реакциям с кислородом и углеродом глубинного водорода, мигрирующего во все больших количествах по тектоническим разломам и трещинам от дрейфующего ядра планеты к земной поверхности. Рост частоты глубокофокусных землетрясений четко отражает этот процесс (рис. 11).

Водородная дегазация вызывает разрушение озонового слоя над арктическими и субарктическими районами Сибири.

Другим, более заметным ее результатом, служит повышение температуры воздуха, а также таяние мерзлоты. Атмосферные эффекты открыты автором при анализе метеорологических ситуаций при землетрясениях в районе Салехарда (рис. 12).

Признаки ускорения или замедления в движении ядра Земли в данный момент отсутствуют, поэтому логично предположить, что потепление климата продолжится.

Заключение

Таким образом, северная природа вступила в необычный этап своего развития, когда она стала ареной противоборства космических и собственно земных факторов, исход которого сейчас нельзя предсказать. В ближайшее время, очевидно, перевес будет на стороне сил эндогенного генезиса, т.е. потепление продолжится.

Благодарности

Автор выражает признательность Р.М. Хантемирову, С.Г. Шиятову, А.Ю. Суркову, Л.А. Горлановой, а также The International Tree-Ring Data Bank за возможность использования данных по приросту лиственниц на Ямале.

Автор благодарен А. Шапиро за любезно предоставленную информацию по восстановленным величинам полного солнечного излучения.

Список литературы:

- [1] Hantemirov R., Shiyatov S., Surkov A., Gorlanova L. Yamal, Russia, Siberian Larch. – Интернет-ресурс. Режим доступа: <https://www.ncdc.noaa.gov/paleo-search/?dataTypeId=18>
- [2] Shapiro A. I., Schmutz W., Rozanov E., Schoell M., Haberreiterl M., Shapiro A.V., Nyeki S. A new approach to long-term reconstruction of the solar irradiance leads to large historical solar forcing // *Astronomy & Astrophysics manuscript no. Shapiro et al final.* – 2011, February 24. – P. 1–6.