

## ГЛОБАЛЬНЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

УДК 551  
ББК 22.3

Н.В. Ловелиус, А.Ю. Ретеюм

### НОВЕЙШАЯ СМЕНА СОЛНЕЧНО-ПЛАНЕТНЫХ ЦИКЛОВ ПО ДАННЫМ С ТАЙМЫРСКОГО СЕВЕРА\*

*Рассмотрены большие циклы длительностью от 179 до 11440 лет, представляющие собой результат движений в Солнечной системе. Показано, что новейший переход этих циклов совершился в апреле 1990 г., что имело многообразные последствия для природы Таймыра. На основании выявленных закономерностей изменения космической среды и развития листовенничного редколесья в последнюю тысячу лет сделан вывод о предстоящем снижении солнечной активности и его негативных последствиях.*

**Ключевые слова:**

*большие циклы, изменения климата, рост леса, солнечная активность, Таймыр.*

Ловелиус Н.В., Ретеюм А.Ю. Новейшая смена солнечно-планетных циклов по данным с Таймырского севера // Общество. Среда. Развитие. – 2017, № 3. – С. 79–85.

© Ловелиус Николай Владимирович – доктор биологических наук, профессор, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург; e-mail: lovelius@mail.ru

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

Данная работа посвящена уникальному событию в истории послеледниковой и позднечетвертичной биосферы – смене больших солнечно-планетных циклов, которая произошла в 1990 г. С того момента Земля вступила в следующую за голоценом 11440-летнюю эпоху и, очевидно, начался новый период Миланковича длительностью около 92 тыс. лет. Процессы переходного периода рассмотрены на примере Таймырского региона, что объясняется тремя обстоятельствами. Первое: он расположен в Арктике, отличающейся исключительно высокой чувствительностью к изменениям внешних условий. И дело не только в дефиците тепла. Важную роль играет водородная дегазация недр, резко усиливающаяся при движениях ядра планеты в северном направлении. Явление эндогенного воздействия на атмосферу можно обнаружить при сопоставлении температуры воздуха на двух удаленных друг от друга метеостанциях в период с февраля по май, когда Солнце перемещается от Южного по-

лушария к Северному. Соответствующий эффект теоретически должен наблюдаться после весеннего равноденствия. Как показывает мысленный эксперимент, так оно и есть в действительности (рис. 1). Другого объяснения, кроме действия внутренней энергии, подобрать нельзя.

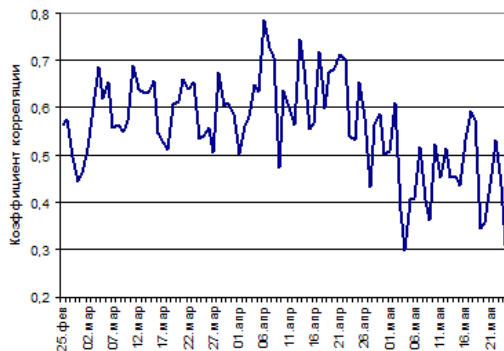


Рис. 1. Связь между средними суточными температурами воздуха до и после весеннего равноденствия на метеостанциях Игарка и Хатанга в период 1936–2013 гг. Источник: расчет по данным European Climate Assessment and Dataset.

\* Работа поддержана грантом РФФИ, проект № 15-05-06468.

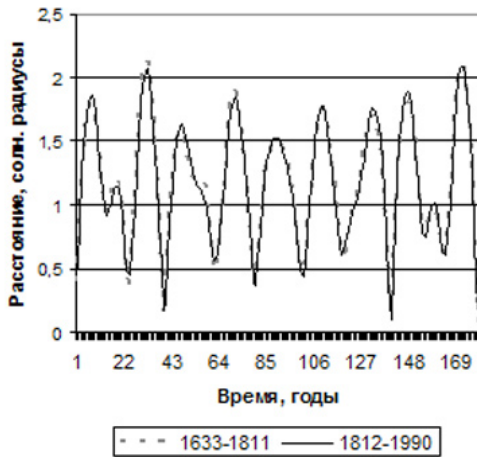


Рис. 2. Два последних 179-летних цикла в движении Солнца относительно барицентра Солнечной системы в течение. Источник: расчет по программе EPOS.

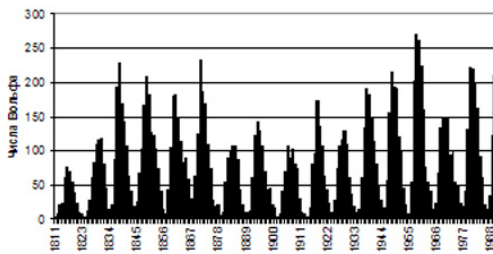


Рис. 3. Типичный 179-летний цикл солнечной активности. Источник: по данным World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspots number.

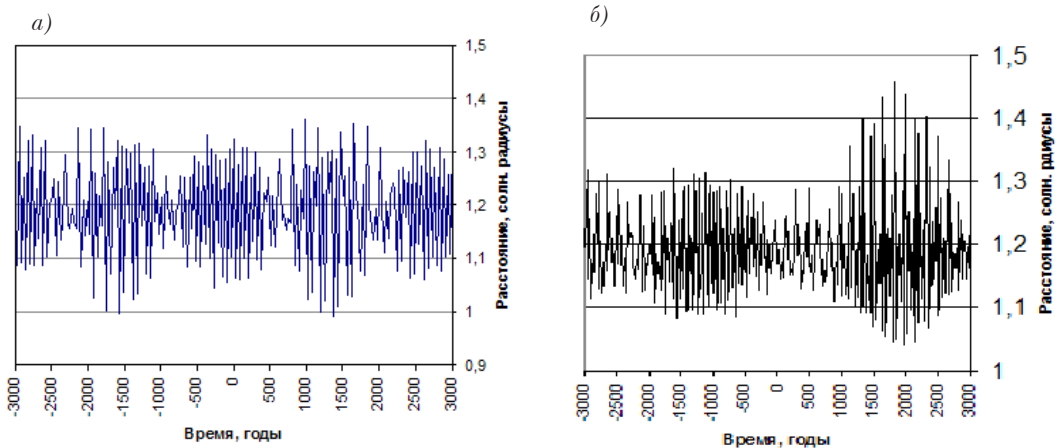


Рис. 4. Многовековые циклы в движении Солнца относительно барицентра Солнечной системы. а – 1430-летний цикл, б – 2860-летний цикл. Источник: расчет по программе EPOS.

Вторая причина выбора Таймыра для анализа исторических сдвигов в природе заключается в том, что благодаря самому северному в мире обитанию древесных растений здесь открывается возможность реконструкции климата методом дендроиндикации. Наконец, предпосылкой служит хорошая изученность места.

### Большие циклы Солнечной системы

В своем движении вокруг барицентра (центра тяжести) Солнечной системы наша звезда совершает 179-летний (округленно) путь между точками наибольшего сближения (рис. 2). Движение Солнца преломляется в его активности (рис. 3).

Согласно астрономическим расчетам, в Солнечной системе существуют еще два многовековых цикла: 1430-летний (рис. 4а) и 2860-летний (рис. 4б).

Эти факты имеют принципиальное значение для понимания временной упорядоченности ближнего космоса. 1430-летний цикл состоит из 8 циклов длительностью по 179 лет, а 179 лет примерно равны умноженной на восемь величине цикла Хейла (22-летнего). Возникает идея о восьмеричной метрике солнечного времени. Проверка ее рисует следующую картину:  $1430 \text{ лет} \times 8 = 11\,440 \text{ лет}$ , что в точности дает длительность эпохи голоцена от начала до наших дней,  $11\,440 \text{ лет} \times 8 = 91\,520 \text{ лет}$ , что совпадает с длительностью эксцентриситетного цикла Миланковича, а  $91\,520 \text{ лет} \times 8 = 732\,000 \text{ лет}$  – время, прошедшее с момента последней инверсии магнитного поля Земли.

Перед нами, кроме того, закономерные структурные подобия: короткий 22-летний цикл образован двумя 11-летними циклами, и длинный 2860-летний цикл

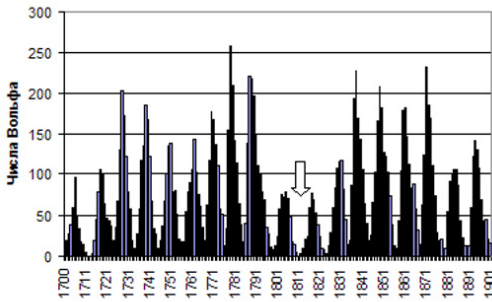


Рис. 5. Часть последнего 358-летнего цикла солнечной активности. Середина цикла показана стрелкой. Источник: по данным World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspots number.

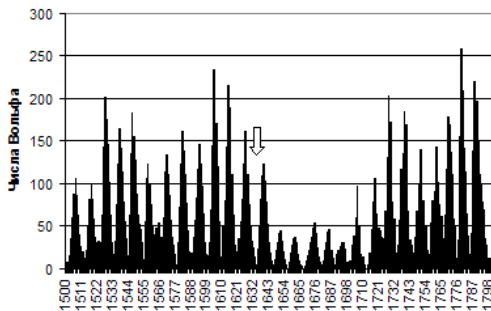
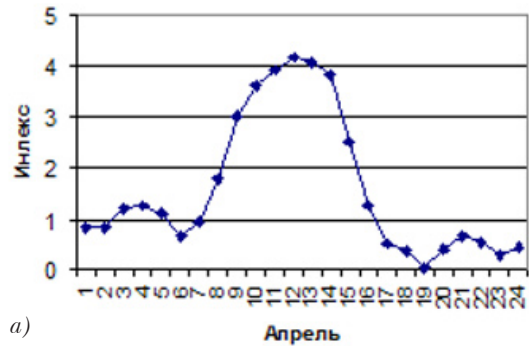


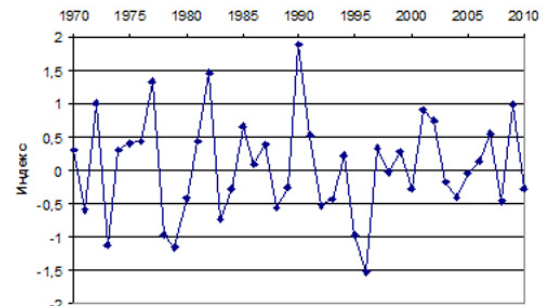
Рис. 6. Часть последнего 715-летнего цикла солнечной активности. Середина цикла показана стрелкой. Источник: по данным World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspots number и Главной астрономической обсерватории с поправками авторов.

также имеет две половины по 1430 лет. Принимая во внимание найденные соотношения, следует думать, что должны быть найдены 358-летние ( $179 \text{ лет} \times 2$ ) и 715-летние ( $258 \times 2$ ) циклы. Результаты анализа данных непосредственных измерений площади солнечных пятен и их восстановления по косвенным признакам полностью подтверждают это предположение (рис. 5 и 6). Интересен феномен общей симметрии этих хрон: аналогично 22-летнему циклу их части разделены периодом минимума солнечной активности, причем глубокого.

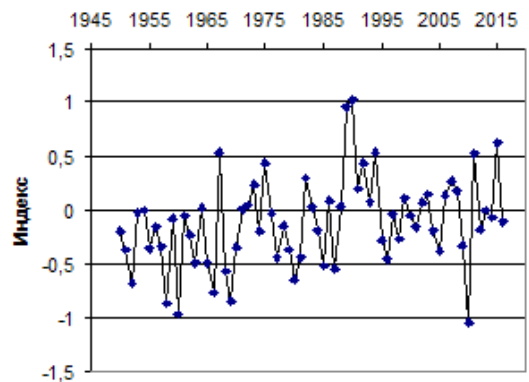
14 апреля 1990 г. одновременно совершилась смена циклов всех размеров, перечисленных выше [1]. На это указывает возникновение комплексов суточных, месячных, сезонных, годичных и многолетних аномалий на Солнце и Земле. Среди



а)



б)

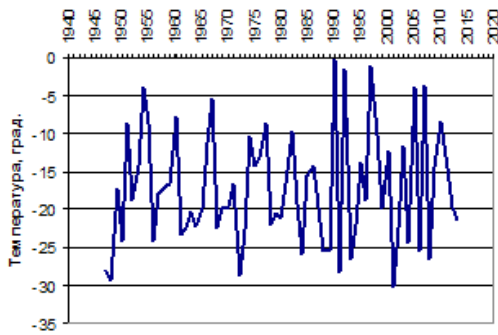


в)

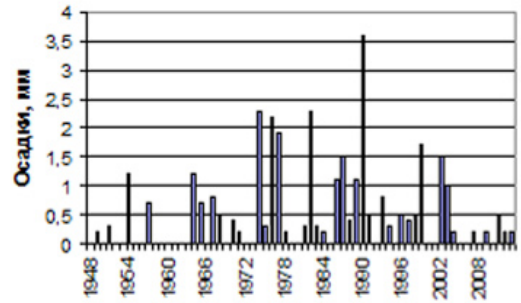
Рис. 7. Аномалии индекса арктического колебания (АО) в 1990 г. а – суточные величины, б – месячные величины, в – годовичные величины. Источник: по данным National Oceanic and Atmospheric Administration.

нескольких десятков изученных показателей отклонений наиболее информативен в северном контексте индекс арктического колебания (Arctic oscillation index), отражающий реакцию атмосферы при разных уровнях осреднения (рис. 7, а–в).

Обратимся к характеристике ситуации циклического перехода в районе Таймыра.



а)



б)

Рис. 8. Метеорологические аномалии 15 апреля 1990 г. по наблюдениям на станции Хатанга. а – температура воздуха, б – атмосферные осадки. Источник: по данным European Climate Assessment and Dataset.

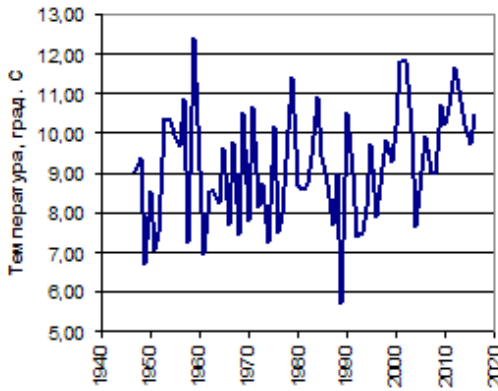


Рис. 9. Средние температуры воздуха в летние месяцы по наблюдениям на станции Хатанга.

Источник: расчет по данным  
Гидрометслужбы РФ.

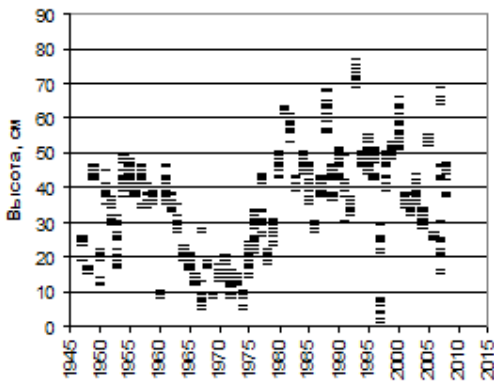


Рис. 10. Динамика суточных величин высоты снежного покрова в апреле по наблюдениям на станции Хатанга. Источник: по данным European Climate Assessment and Dataset.

### Таймырский отклик

О последствиях образования солнечно-планетной аномалии 1990 г. для геосистем Таймыра можно судить главным образом по материалам гидрометеорологического мониторинга, дендрологическим сведениям и сельскохозяйственной статистике. В предыдущих работах [2–6] сообщалось о многочисленных признаках значительных изменений в природной обстановке Арктики, очевидно, имеющих космическое происхождение. В дополнение приведем ряд фактов, конкретизирующих и развивающих это предположение.

На станции Хатанга 15 апреля 1990 г. были зафиксированы рекордно высокая температура воздуха и рекордно большие осадки (рис. 8). Апрель 1990 г. стал самым теплым и снежным с 1947 г. Не случайно именно с этого года началось повышение средней температуры воздуха (рис. 9). Что касается осадков, их количество в холодное время года повысилось, а изменчивость выросла во все сезоны, особенности зимой (рис. 10)

Климатическая аномалия вызвала увеличение стока рек (рис. 11).

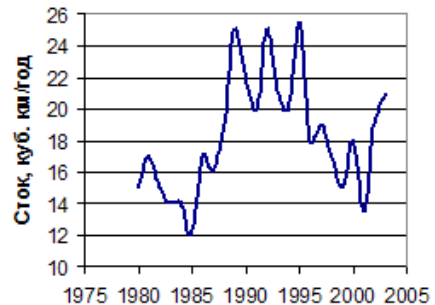


Рис. 11. Сток реки Пясины. Источник: по данным Гидрометслужбы РФ.

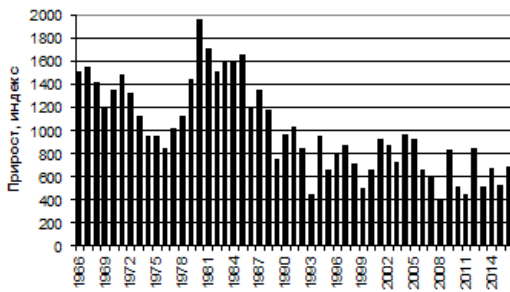


Рис. 12. Современные изменения годичного прироста лиственниц в районе Арвы Мас. Источник: собственные данные.

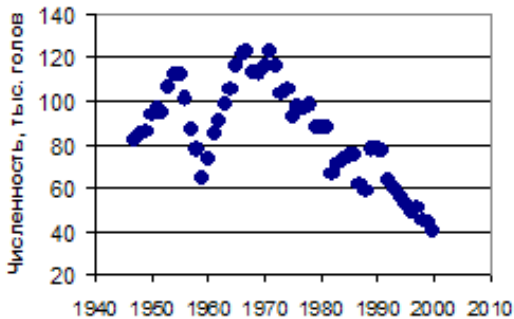


Рис. 13. Численность домашних оленей на Таймыре. Источник: по данным Статкомитета Красноярского края.

С 1989 г. в атмосфере азиатской части Арктики усилился западный перенос, что привело, в частности, к ветровому перемещению из моря Лаптевых в Восточно-Сибирское море опресненных вод речного происхождения [7]. Последствием дрейфа поверхностного слоя стало осолонение океана к северу от полуострова Таймыр.

Изменение погодных условий в переходный период между циклами в основном негативно отразилось на росте лиственничного редколесья (рис. 12). На первый взгляд, ситуация парадоксальна: тепла стало больше, а растения испытали угнетение. Причина в недостатке продуктивной почвенной влаги, запасы которой зависят преимущественно от нерегулярных летних осадков.

Статистическую информацию о численности оленей на Таймыре сложно связать с нарушениями среды обитания, тем не менее, вклад изменений климата у границы между старыми и новыми циклами достаточно очевиден (рис. 13).

## Рубежи циклов в прошлом

Цикличность состояний окружающей среды в Арктике особенно рельефно выражена тогда, когда мы обращаемся к данным о приросте деревьев в далеком прошлом. Дендрологические исследования на Таймыре позволяют восстановить с достаточной точностью развитие лиственниц на границах шести 179-летних циклов. Последний переход циклов, датируемый 1811 г., отмечен масштабным снижением прироста (рис. 14).

В жизни лиственничников, а, значит, и в климатическом режиме переходных периодов обнаруживаются общие тренды (рис. 15). Они дают ключ к разработке прогноза на ближайшие десятилетия (если не принимать во внимание сигналы, указывающие на современные тенденции

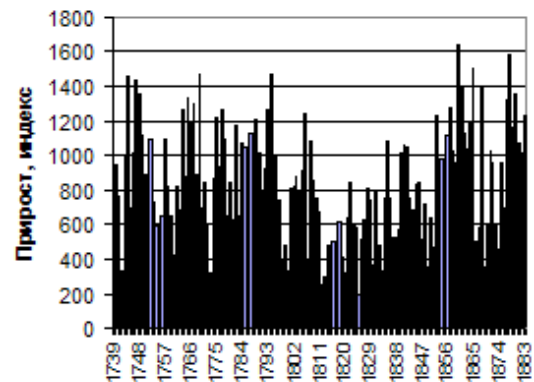


Рис. 14. Прирост лиственниц на временной границе двух 179-летних циклов. Источник: расчет по данным R.D'Arrigo, R.Wilson and G.Jakobi (*Tree Ring, National Oceanic and Atmospheric Administration*).



Рис. 15. Вероятность прироста лиственниц ниже среднего уровня около временной границы шести 179-летних циклов. Источник: расчет по данным R.D'Arrigo, R.Wilson and G.Jakobi (*Tree Ring, National Oceanic and Atmospheric Administration*).



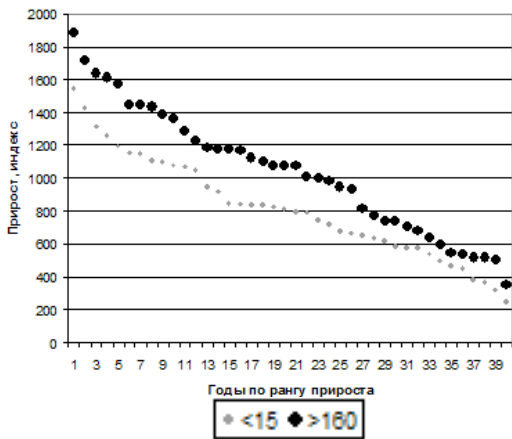


Рис. 16. Прирост лиственниц при экстремально низкой и экстремально высокой солнечной активности в период 1700–1995 гг. Различия значимы по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни. Источник: расчет по данным R.D'Arrigo, R.Wilson and G.Jakobi (*Tree Ring, National Oceanic and Atmospheric Administration*) и World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspots number.

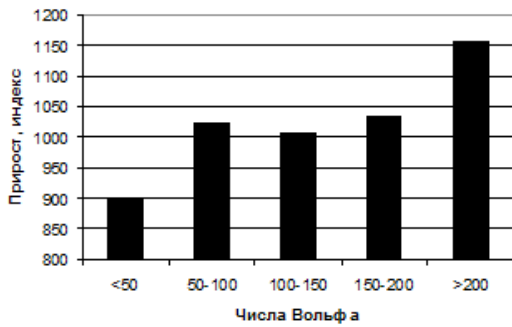


Рис. 17. Зависимость прироста лиственниц от солнечной активности в период 1090–1995 гг. Источник: расчет по данным R.D'Arrigo, R.Wilson and G.Jakobi (*Tree Ring, National Oceanic and Atmospheric Administration*), World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspots number и Главной астрономической обсерватории с поправками авторов.

геологического масштаба, например, учащение катастрофических землетрясений).

Среди факторов среды обитания, контролировавших развитие таймырской биоты в прошлом, доступно для изучения единственно состояние Солнца. Значение ее колебаний в последние три столетия выявляется при сравнении противоположных ситуаций (рис. 16).

При рассмотрении тысячелетнего периода видны последствия усиления солнечной активности от минимума к максимуму (рис. 17).

## О причинах циклических перемен

По сведениям о восстановленных величинах полного излучения Солнца [8], приход солнечной энергии на Землю менялся за последние 9 тыс. лет не более, чем на  $\pm 0,3\%$ . Такие изменения сами по себе, вероятно, не должны были произвести эффект типа Малого ледникового периода в умеренных широтах. Среди других сил, определяющих энергетический баланс планеты, главная роль, очевидно, принадлежит вариациям скорости вращения Земли. На это указывают результаты сопоставлений (рис. 18).

Скорость вращения Земли, в свою очередь, обусловлена положением Солнца по отношению к барицентру Солнечной системы (рис. 19). Быстрое вращение усиливает меридиональные потоки воздуха и, кроме того, активизирует дегазацию недр.

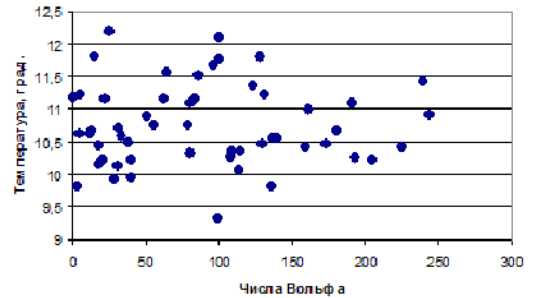


Рис. 18. Температура воздуха в июле на  $60\text{--}70^\circ$  с.ш. и солнечная активность в период 1962–2014 гг. Коэффициент корреляции 0,01. Источник: расчет по данным NCEP Reanalysis и World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspots number.

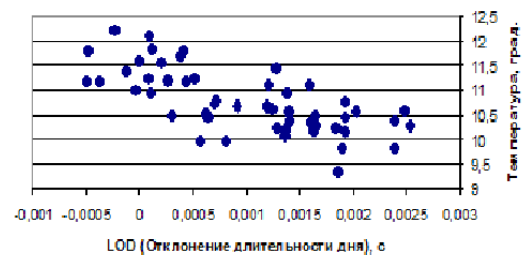


Рис. 19. Температура воздуха в июле на  $60\text{--}70^\circ$  с.ш. и скорость вращения Земли в период 1962–2014 гг. Коэффициент корреляции 0,70. Источник: расчет по данным NCEP Reanalysis и International Earth Rotation and Reference Systems Service.

## Заключение

Выполненное эмпирическое обобщение показывает на примере репрезентативной части Арктики сложную временную организацию биосферы, создаваемую движениями Солнечной системы. Современный период ее существования озаглавлен сменой целой серии больших циклов. Редкость со-

бытия порождает трудности предвидения дальнейших перемен в природе и обществе. Однако с известной долей осторожности на основе реконструкции событий в последнюю тысячу лет можно предполагать, что ожидается снижение солнечной активности и неблагоприятные изменения окружающей среды на Севере.

## Список литературы:

- [1] Дьяконов К. Н., Ретеюм А. Ю. Астрогеография природных аномалий // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2016, № 6. – С. 108–115. – DOI:10.15356/0373-2444-2016-6-108-115
- [2] Ловелиус Н.В. Изменения радиального прироста Larix Gmelinii на Ары-Масе, температуры и осадков в Хатанге // Исследования природы Таймыра. Труды государственного биосферного заповедника «Таймырский». Выпуск 1. – Красноярск: Восточно-Сибирский филиал международного института леса, 2001. – С. 85–97.
- [3] Ловелиус Н.В. О влиянии солнечной активности на факторы среды обитания (на примерах гидрометеорологических элементов и поголовья оленей Таймыра) // Общество. Среда. Развитие. – 2006, № 1. – С. 61–69.
- [4] Ловелиус Н.В. Метеорологические условия, рост лиственницы на Таймыре и причины их изменчивости // Природное и культурное наследие Арктики. – СПб.: РГПУ им А.И. Герцена, 2016. – С. 44–51.
- [5] Ловелиус Н.В., Ретеюм А.Ю. Колебания роста лиственницы в редколесье северной тайги и в самом северном лесном острове «Ары-Мас» // Общество. Среда. Развитие. – 2011, № 1. – С. 239–243.
- [6] Jacoby G.C., Lovelius N.V., Shumilov O.I., Raspopov O.M. Long-term temperature trends and tree growth in the Taymir region of Northern Siberia // Quaternary Research. V. 53. – 2000, № 3. – P. 312–318.
- [7] Johnson M.A., Polyakov I.V. The Laptev sea as a source for recent Arctic ocean salinity changes // Geophysical research letters. Vol. 28. – 2001, № 10. – P. 2017–2020.
- [8] Shapiro A.I., Schmutz W., Rozanov E., Schoell M., Haberreiter M., Shapiro A.V., Neyki S. A new approach to long-term reconstruction of the solar irradiance leads to large historical solar forcing // Astronomy & Astrophysics, 2011, vol. 529. – DOI <https://doi.org/10.1051/0004-6361/201016173>