

© К. Н. ДЬЯКОНОВ, А. Ю. РЕТЕЮМ

ЗЕМНОЙ ОТКЛИК НА ДВИЖЕНИЕ ВНЕШНИХ ПЛАНЕТ ПО ДАННЫМ ДЕНДРОИНДИКАЦИИ

Вводные замечания. Дендроиндикация как междисциплинарная область знания создает благоприятные возможности для решения сложнейшей проблемы выяснения характера зависимости биосферы от космоса. Она позволяет реконструировать многовековой ход солнечной активности и глобальных климатических изменений, а также проследить синхронные этапы в развитии цивилизаций.

Согласно господствующему мнению, причина сопряженных колебаний, обнаруживаемых на Солнце и на Земле, заключается в стохастических процессах излучения нашей звезды. Противоположный подход развивал Т. Ландашайдт [13], раскрывший фундаментальную роль движения планет-гигантов в Солнечной системе. Эта линия исследований получила развитие в целом ряде работ последних лет [2–6, 8, 11]. Существуют многочисленные эмпирические свидетельства того, что холодные небесные тела и вся их совокупность способны вносить в оболочки Земли возмущения, обнаруживаемые при анализе гидрометеорологических данных. Относительная кратковременность рядов наблюдений не позволяет составить достоверную общую картину космических воздействий на биосферу Земли. Однако с помощью дендроиндикации удается восстановить события за периоды, измеряемые сотнями и тысячами лет.

Цель работы — выяснение закономерностей влияния внешних планет на долгоживущие леса как индикаторы состояния биосферы, что открывает путь к сверхдолгосрочному прогнозу.

Исходные материалы и методы. Усилиями специалистов разных стран создано несколько дендрохронологий, охватывающих периоды 3—10 тыс. лет. Индикация космических воздействий должна предъявлять специфические требования к исходным данным. Они не касаются длительности ряда, так как по имеющимся программам эфемериды рассчитываются только на 5 тыс. лет назад. Важнейшее условие — максимальная чувствительность изучаемых растений к галактическим сигналам, которая обеспечивается относительной независимостью от процессов, протекающих в биоте и геосистеме.

Сукцессионные смены и нерегулярность возобновления в лесных сообществах могут вносить сильный шум в каналы связи в Солнечной системе, поэтому известные западноевропейские дендрохронологии, построенные на материале по низинным лесам, отличающимся активной межвидовой и внутривидовой конкуренцией, не вполне соответствуют задачам выявления космических импульсов. Дополнительным ограничителем служит потеря информации при осреднении показателей роста в соседних местообитаниях, различающихся формами рельефа и почвами, которые, как показывает специальный анализ [1], на равнинах умеренных широт создают естественные предпосылки для дифференциации отклика растений на ландшафтном уровне.

Серьезные нарушения нормальных реакций леса способны вызывать долговременные изменения в режиме водного и минерального питания, обусловленные эрозией и аккумуляцией в долинах рек. Именно эти явления, по мнению Р. М. Хантемирова [7], не позволяют с желательной точностью восстановить ход колебаний климата в Арктике с помощью уникальной для Азии 7300-летней ямальской дендрохронологии.

К сказанному следует добавить, что в ситуации слабой изученности механизмов внешней связей биосферы нельзя исключать вероятность непосредственной зависимости развития растений от интенсивности галактических космических лучей, которые модулируются Солнечной системой.

Таким образом, для идентификации внешних влияний на биосферу, очевидно, лучше всего подходят простые (монодоминантные) леса, занимающие выровненные водораздельные поверхности в горах, где окружающая среда достаточно стабильна, а поглощающий приземный слой воздуха имеет небольшую толщину.

По названным причинам нами выбран ряд по остистой сосне (*Pinus aristata* Engelm. или *P. longaeva* Bailey) с гор Уайт-Маунтинс на востоке штата Калифорния в США, который был построен в лаборатории университета Аризоны [15]. Прирост выражен в безразмерных индексах, представляющих собой долю от средней многолетней величины, принятой за 1000 (для повышения точности расчетов).

Ряд по остистой сосне представляет исключительный интерес, поскольку в условиях аридных гор космические воздействия должны проявляться с максимальной четкостью. Территория обитания сосен, расположенная на абсолютной высоте около 1000 м, образована пологими склонами, сложенными известняками и доломитами. Почвы — литосоли с маломощным органомным горизонтом, климат субтропический засушливый, с осадками, выпадающими преимущественно с ноября по март.

В качестве главного космического фактора, оказывающего воздействие на биосферу Земли, ниже рассматривается относительное движение Солнца и барицентра Солнечной системы. Для вычисления координат использовалась программа EPOS, разработанная в Главной (Пулковской) астрономической обсерватории. Существующие эфемериды планет ограничивают анализ периодами до 3000 г. до н. э., даты более ранних астрономических событий могут быть определены путем экстраполяции.

Для анализа временных рядов в настоящее время чаще всего привлекают преобразования Фурье, вейвлет-преобразования и другие формально-статистические приемы. При неоспоримых достоинствах этих методов они не позволяют установить природу периодичностей. Не случайно все соответствующие работы завершаются простым перечислением обнаруженных периодов разной длительности. Физическая их сущность остается неясной. Формально-статистические приложения основаны на априорном допущении одновершинности в распределении изучаемых величин, которая во многих случаях отсутствует. Главное же состоит в том, что этот инструментарий, к сожалению, не позволяет учесть значение направления в движении небесных тел, четко выраженного в эффектах возбуждения и торможения солнечной активности (рис. 1) и потому, скорее всего, проявляющегося в динамике биосферы.

Наиболее адекватным способом изучения связей в Солнечной системе представляется метод наложенных эпох. При его использовании исследование сводится к проверке определенной гипотезы, призванной объяснить тот

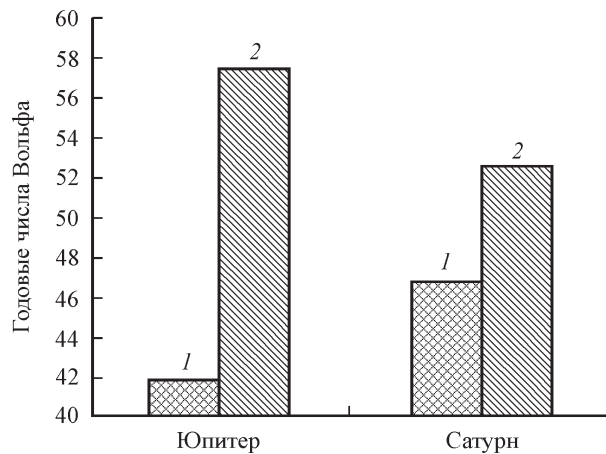


Рис. 1. Зависимость солнечной активности от направления движения планет-гигантов в период 1700—2012 гг.

1 — приближение, 2 — удаление.

Источник: расчет с помощью программы Alcyone Ephemeris-3 по данным Royal Observatory of Belgium (<http://sidc.oma.be/sunspot-data>).

или иной феномен движением небесных тел с хорошо известными параметрами. Гипотеза получает подтверждение, если сложение частей временных рядов равной длительности дает аномалии разного знака, которые отвечают характерным парам точек орбиты — афелию и перигелию для Солнца или апогею и перигею для Земли. Проверка периодических отклонений на статистическую значимость может быть выполнена путем сравнения результатов осреднения за разное число циклов или расчета непараметрического U-критерия Манна—Уитни.

Барицентр Солнечной системы. С физической точки зрения барицентр Солнечной системы представляет собой средоточие массы всех небесных тел, вокруг которого перемещается наша звезда. За последние 5 тыс. лет расстояние между барицентром и центром Солнца изменялось в пределах от 0.071 до 2.221 солнечных радиусов.

Как установил П. Д. Хозе [12], кинематика Солнечной системы подчиняется 179-летней периодичности. За начало циклов целесообразно принимать характерный момент предельного сближения центра звезды и барицентра Солнечной системы. Каждый период делится на два подпериода длительностью около 90 лет. Близкие по времени периоды в точности повторяют друг друга (рис. 2), что объясняется стабильностью орбит планет-гигантов.

По крайней мере в течение 3—4 тыс. лет сохраняется высокий уровень корреляции между всеми 179-летними периодами, образующими таким образом базовый элемент в хронологии Солнечной системы.

Суммирование небольших временных отличий в движении планет порождает сложные макроциклы, состоящие из 2, 4, 8 и 16 базовых элементов, среди которых особой регулярностью отличаются 1432-летний период (рис. 3).

Периодичность роста деревьев. Дендроиндикация призвана пролить свет на природу циклических и направленных изменений биосферы, что может создать предпосылки для сверхдолгосрочного прогнозирования. Поэтому первоочередная задача науки состоит в том, чтобы установить причины круп-

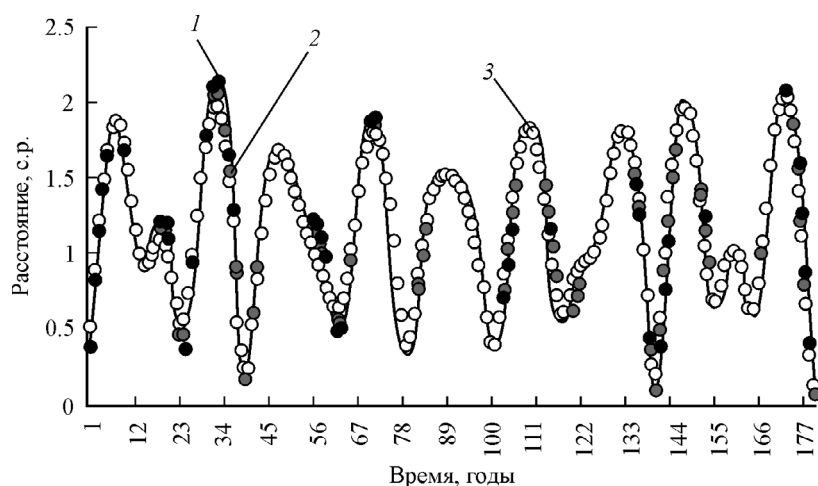


Рис. 2. Три 179-летних периода движения Солнца относительно барицентра Солнечной системы, солнечные радиусы.

1 — 1632—1811, 2 — 1811—1990, 3 — 1990—2169 гг. Источник: расчет с помощью программы EPOS 7.

ных колебаний в состоянии планетарной геосистемы, имеющих длительность десятки, сотни и тысячи лет.

Как показывают расчеты, существует временная упорядоченность прироста деревьев в пределах 179-летнего цикла, проявляющаяся в значительном увеличении толщины годовичных колец в начале, середине и конце периода (рис. 4). Различия значимы по непараметрическому U-критерию Манна—Уитни.

Базовый цикл четко делится на две половины с различной направленностью изменений роста деревьев. С точки зрения длительности они близки к

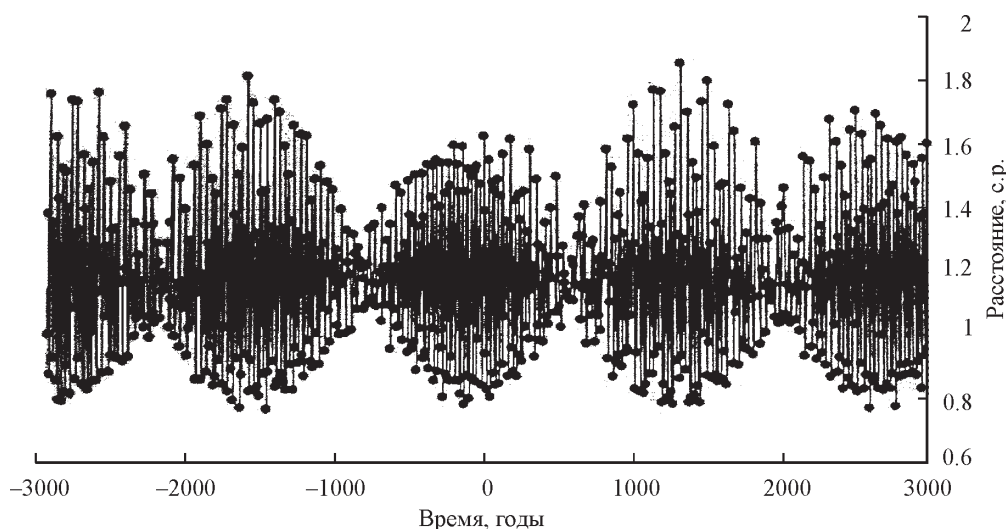


Рис. 3. Макроцикл Солнечной системы, проявляющийся в колебаниях осредненных расстояний между центром звезды и барицентром, солнечные радиусы.

Источник: расчет с помощью программы EPOS 7.

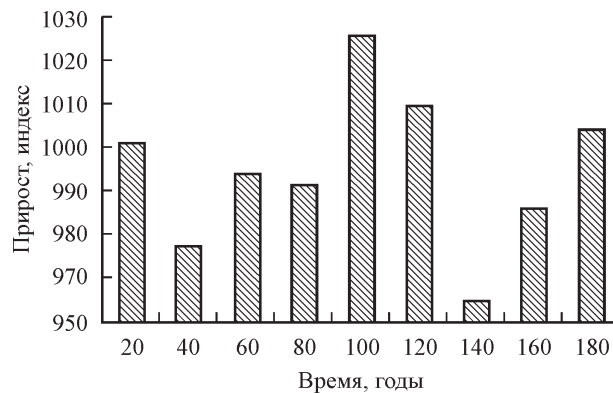


Рис. 4. Рост сосны в течение 179-летнего периода (осреднение за 20 лет по 39 циклам за время с 4990 г. до н. э. по 1962 г.).

Источник: расчет с помощью программы EPOS 7.

«вековому» циклу солнечной активности. Временная граница 89-летних подциклов особенно хорошо выражена, если рассматривается показатель стандартных отклонений прироста. Важно, что закономерности колебаний роста деревьев проявляются тем сильнее, чем больше период осреднения, что свидетельствует о реальном действии космических сил (в противном случае сигнал был бы заглушен информационным шумом).

Сложные макроциклы Солнечной системы находят отражение в ритмическом росте калифорнийских сосен, в первую очередь это касается 358- и 1432-летнего периода (рис. 5 и 6).

Причины вековых колебаний. При изучении космических причин многолетних колебаний роста деревьев обращает на себя внимание позитивная реакция леса на снижение солнечной активности (рис. 7).

Это объясняется прежде всего увеличением дефицитных атмосферных осадков благодаря повышению интенсивности галактических космических лучей

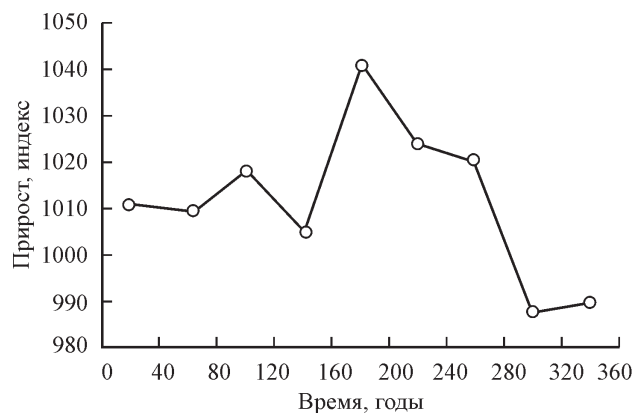


Рис. 5. Прирост остистой сосны в течение 358-летнего макроцикла (осреднение за 20 лет по 19 периодам).

Источник: расчет с помощью программы EPOS 7.

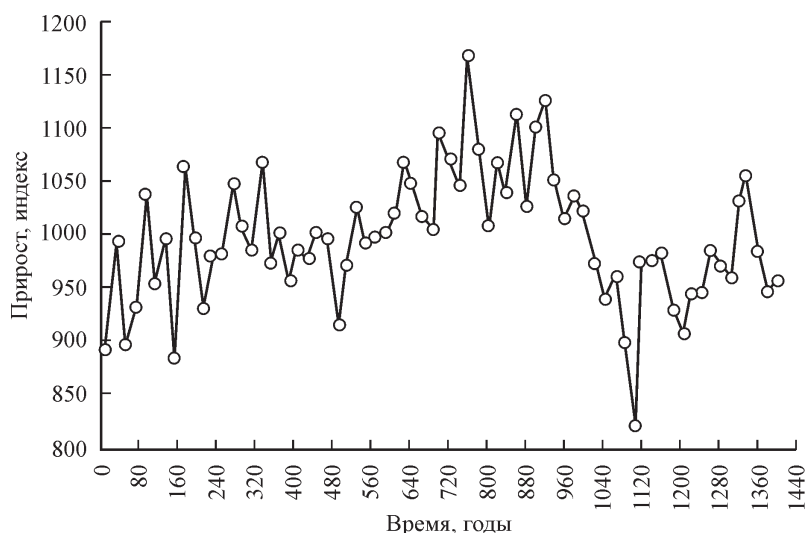


Рис. 6. Макроцикл длительностью 1432 года (осреднение за 20 лет по 5 периодам).

Источник: расчет с помощью программы EPOS 7.

(вызывающих рост числа ядер конденсации влаги) при ослаблении солнечного ветра. Положительный отклик леса встречает и умеренное повышение солнечной активности, которое интенсифицирует глобальный влагооборот.

Эффект долговременного уменьшения скорости и плотности потока коронарной плазмы в свою очередь обусловлен прохождением Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона через определенные участки орбит, что меняет положение Солнца по отношению к барицентру Солнечной системы и, следовательно, оказывает влияние на его активность (рис. 8).

При длительном снижении солнечной активности происходит похолодание климата, которое негативным образом сказывается на продуктивности леса. Подобное явление особенно типично для первых десятилетий 179-лет-

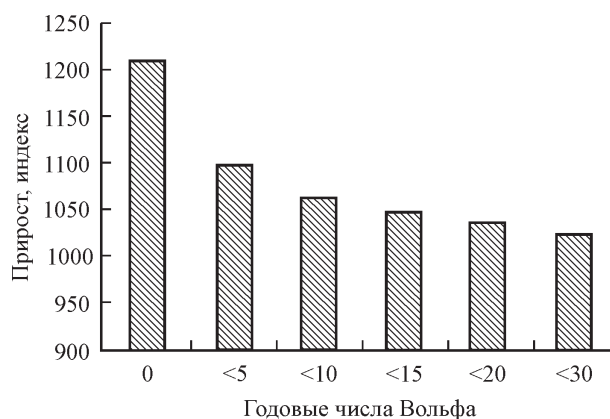


Рис. 7. Зависимость прироста остистой сосны от солнечной активности в 1090—1962 гг.

Источник: расчет по данным Ю. А. Наговицына [14] с дополнениями авторов.

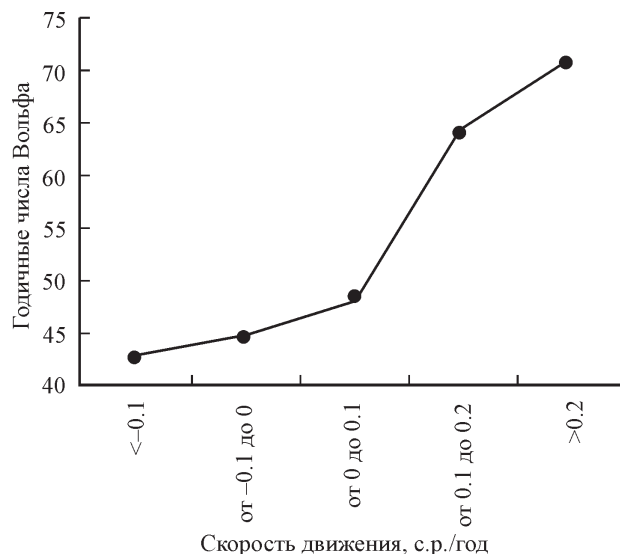


Рис. 8. Изменение солнечной активности при движении звезды относительно барицентра Солнечной системы в 1700—2012 гг. на расстоянии более 1.5 солнечных радиусов.

Источник: расчет с помощью программы EPOS 7 по данным Royal Observatory of Belgium.

него цикла, когда прирост деревьев может уменьшаться в среднем за десятилетие на 20—40 %.

Существенное значение для атмосферных процессов имеют также колебания скорости вращения Земли, синхронизированные с циклами солнечной активности.

К сверхдолгосрочному прогнозу. Знание периодичностей — ключ к прогнозу. Решающее значение имеет надежное установление точки отсчета. Начало текущего 179-летнего цикла датируется апрелем 1990 г., когда расстояние между центром Солнца и барицентром Солнечной системы сократилось до 0.064 солнечного радиуса (минимум за 179 лет). Последовавшее затем внезапное его увеличение вызвало динамическое напряжение в теле планеты, разрешившееся самым крупным в XX в. извержением вулкана Пинатубо. Интересно, что в начале предыдущего цикла, после 1811 г., когда центры отстояли друг от друга всего на 0.062 солнечного радиуса (минимум за период 1633—2011 гг.), произошло извержение множества вулканов, в том числе Тамборы, которое закончилось грандиозным взрывом — наиболее сильным в Новое и Новейшее время.

Не менее показателен феномен повышения сейсмической активности при близком расположении центра Солнца и барицентра Солнечной системы (рис. 9).

Начало современного 179-летнего цикла (как и предшествовавших ему циклов) обусловлено образованием достаточно редкой планетной конфигурации.

В интересах заблаговременной подготовки к глобальным изменениям климата желательно располагать альтернативными сценариями будущего. Один из вариантов возможного развития событий — повторение ранее наблюдавшихся явлений. Поскольку теоретический и практический интерес представляет главным образом оценка рисков ухудшения природной обстановки, нужно оценить вероятность низкого прироста в зависимости от времени по отношению к началу 179-летнего цикла.

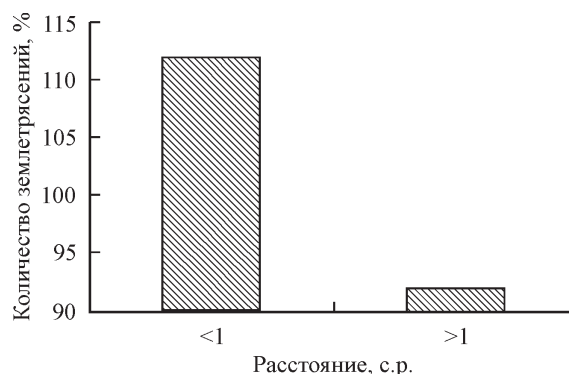


Рис. 9. Количество сильных ($M \geq 7$) мелкофокусных (<40 км) землетрясений при близком (<1 с. р.) и далеком (>1 с. р.) расположении центра Солнца относительно барицентра Солнечной системы (1900—2012 гг.), % от среднего числа.

Источник: расчет с помощью программы EPOS 7 по данным Significant Earthquakes Data Base (<http://www.ngdc.noaa.gov/nndc>).

Время наибольшего риска ухудшения роста сосен приходится на 3—4 десятилетие (рис. 10).

В юго-западном регионе Северной Америки уровень риска возникновения неблагоприятных изменений окружающей среды в обозримой перспективе, очевидно, серьезно повысится. Чтобы конкретизировать эту оценку и сделать заключение о правомерности ее распространения на все Северное полушарие, следует определить место ближайших двух десятилетий в сложных макроциклах Солнечной системы.

С 1990 г. идет не только очередной 179-летний цикл, но и наступил новый 1432-летний макроцикл. Предыдущий 1432-летний макроцикл начался в 559 г. и его развитие сопровождалось долговременным ухудшением роста сосен. Причиной послужило резкое снижение температуры воздуха, результатами которого были разрастание ледников Гренландии, укрупнение состава донных отложений в Атлантическом океане и другие явления, совокупность



Рис. 10. Минимальный прирост остистых сосен в течение 179-летнего цикла (первый квартиль, осреднение за 10 лет по 39 циклам).

Источник: расчет с помощью программы EPOS 7.

которых известна как событие Бонда [9, 10]. Не случайно в истории VI век называют темным из-за скудности письменных документов. Таким образом, по аналогии можно сделать предположение о возможном глобальном похолодании климата в недалеком будущем.

Основанием для более или менее уверенного сверхдолгосрочного прогноза должен служить анализ индивидуальных и типологических особенностей макроциклов.

Заключение. Результаты дендрологического изучения горного леса представляют нам веские доказательства зависимости биосферы от движения внешних планет, которые контролируют солнечную активность, потоки галактических космических лучей и скорость вращения Земли. Большие макроциклы Солнечной системы длительностью от 179 до 1432 лет находят свое отражение в радиальном приросте калифорнийских сосен. По аналогии с прошлыми планетарными периодическими событиями напрашивается вывод о возможном похолодании климата в первой половине третьего тысячелетия.

Авторы благодарны К. В. Фергюсону, Ю. Шульману и Х. К. Фриттсу (Университет Аризоны) за возможность использования мастер-дендрохронологии, В. Н. Львову (Пулковская астрономическая обсерватория) за помощь в использовании программы EPOS, и выражают признательность В. В. Мацковскому, Ю. А. Наговицыну, О. Н. Соломиной и Д. М. Сонечкину за полезные критические замечания.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 11-05-01203а.

Список литературы

- [1] Дьяконов К. Н., Бочкарев Ю. Н. Геофизические факторы динамики радиального прироста деревьев в ландшафтах Западно-Сибирской равнины и Приэльбрусья // Вестн. МГУ. Сер. 5. География. 2010. № 4. С. 3—9.
- [2] Леонов Е. А. Космос и сверхдолгосрочный гидрологический прогноз. СПб.: Алетея, Наука, 2010. 352 с.
- [3] Ловеллус 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.
- [4] Монин А. С., Сонечкин Д. М. Колебания климата по данным наблюдений: тройной солнечный и другие циклы. М.: Наука, 2005. 191 с.
- [5] Пономарева О. В. Роль планет и планетных групп в активности Солнца // Геофизический мониторинг и проблемы сейсмической безопасности Дальнего Востока России // Тр. Регион. науч.-техн. конф. Т. 2. Петропавловск-Камчатский: ГС РАН, 2008. С. 212—216.
- [6] Ретеюм А. Ю. Изменения климата на расширяющейся Земле // Перспективы развития «зелёной» экономики: вызовы для России. Российский институт стратегических исследований. Сб. докл. 2011. С. 100—119.
- [7] Хантемиров Р. М. Динамика древесной растительности и изменения климата на северо-западе Западной Сибири. Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Екатеринбург, 2009. 42 с.
- [8] Alexander W. J. R., Bailey F., Bredenkamp D. B., van der Merwe A. and Willemse N. Linkages Between Solar Activity, Climate Predictability and Water Resource Development // Journal of the South African Institution of Civil Engineering. 2007. Vol. 49, N 2. P. 32—44.

- [9] *Bond G. et al.* A Pervasive Millennial-Scale Cycle in North Atlantic Holocene and Glacial Climates // *Science*. 1997. N 278 (5341). P. 1257—1266.
- [10] *Bond G. et al.* Persistent Solar Influence on North Atlantic Climate During the Holocene // *Science*. 2001. N 294 (5549). P. 2130—2136.
- [11] *Charvátová I.* Long-term predictive assessments of solar and geomagnetic activities made on the basis of the close similarity between the solar inertial motions in the intervals 1840—1905 and 1980—2045 // *New Astronomy*. 2009. N 14. P. 25—30.
- [12] *Jose P. D.* The Sun's Motion and Sunspots // *Astronomical Journal*. 1965. Vol. 70. N 3. P. 193—200.
- [13] *Landscheidt T.* Sun—Earth—Man: A Mesh of Cosmic Oscillations — How Planets Regulate Solar Eruptions, Geomagnetic Storms, Conditions of Life and Economic Cycles; Urania. London, 1987. 112 p.
- [14] *Nagovitsyn Yu. A.* Solar and Geomagnetic Activity on a Long Time Scale: Reconstructions and Possibilities for Forecasts // *Astronomy Letters*. 2006. Vol. 32. N 5. P. 382—391.
- [15] The International Tree-Ring Data Bank (<http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/treering.html>).

Москва
 diakonov.geofak@mail.ru
 МГУ им. М. В. Ломоносова

Поступило в редакцию
 12 марта 2013 г.

Изв. РГО. 2013. Т. 145. Вып. 5

© **Е. В. ТРОФИМОВА**

МОРФОЛОГИЯ РЕЛЬЕФА ЛЕНСКИХ СТОЛБОВ **(долина р. Лена)**

Горы? Нет, не похоже на горы,
 Это башни, дворцы, терема,
 Колоннады, террасы, соборы,
 Минареты, гробницы, дома...

(А. Ольхон)

В среднем течении великой сибирской реки Лена, в 200 км на юго-запад от г. Якутска, расположен уникальный памятник природы, поражающий воображение своей изумительной красотой, — знаменитые Ленские Столбы: причудливые каменные изваяния, застывшие монолитной стеной над могучей рекой. Высота Столбов достигает 200 м. Ленские Столбы (основной ансамбль) протянулись на расстоянии 35 км вдоль правого берега р. Лена, а также участками вдоль ее правого — р. Буотама (Буотамские Столбы), и левого — р. Синяя (Синские Столбы), притоков. В 1994 г. ареалы распространения Ленских, Буотамских и Синских Столбов были объединены в единую особо охраняемую территорию — природный парк «Ленские Столбы», а 2 июля 2012 г. на 36-й сессии ЮНЕСКО в Санкт-Петербурге природный парк

© **К. Н. Дьяконов, А. Ю. Ретеюм.** Земной отклик на движение внешних планет по данным дендроиндикации.

Описаны изменения годичного прироста остистых сосен (горы Уайт Маунтинз в Калифорнии, период около 5 тыс. лет) на относительное перемещение центра Солнца и барицентра Солнечной системы. Показано, что движение совокупности внешних планет определяет 179-летнюю цикличность развития деревьев, а также существование сложных макроциклов. В качестве основных непосредственных причин изменения роста леса рассматривается модулирование галактических космических лучей. По аналогии с прошлыми периодическими событиями сделан вывод о возможном похолодании в недалеком будущем.

© **K. N. Djakonov, A. Ju. Retejum.** The Earth's response to outer planets movement according to the data of dendroindication.

Described are the changes to annual growth of spinous pines (Mountain White Mountains in California, a period of about 5 million years old) concerned to the relative movement of the center of the Sun and the solar system barycenter. It is shown that the motion of the aggregate of outer planets determines the 179-year cycles of trees, as well as the existence of complex macrocycles. The main direct causes of forest growth changes are considered to lie in modulation of galactic cosmic rays. By analogy with the previous periodic events the possibility of a cold snap in the near future is suggested.