

Преамбула.

Настоящая статья является завершающей по созданной мной новой Астрономической теории изменения климата. В ней показано, что инсоляционные периоды долгопериодических изменений климата совпадают с похолоданиями и потеплениями, установленными геологами и палеоклиматологами в 19 и 20 веках. С момента первой публикации (2013 г.) прошло больше 10 лет, однако результаты этой теории не используются палеоклиматологами. Какая причина? Настоящая статья была отклонена двумя журналами, прежде чем была опубликована третьим. В конце статьи я прилагаю Дискуссию, в которой представлены мнения рецензентов и мои ответы на их замечания. Эта Дискуссия дает ответ на поставленный вопрос.

УДК 523.2+551.34+551.583.2
PACS 92.70.Qr

ИНСОЛЯЦИОННАЯ ПРИЧИНА ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

© 2024 г. И.И. Смутьский

Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, Федеральный исследовательский центр, г. Тюмень, Россия

e-mail: JSmulsky@mail.ru

Поступила в редакцию 23.09.2023 г.; после доработки 29.07.2024 г.

Принята к публикации 13.08.2024 г.

Аннотация. В середине XIX в. в качестве причины ледниковых периодов были выдвинуты колебания инсоляции в высоких широтах, которые обусловлены прецессией оси вращения Земли. Через четверть века в качестве дополнительного фактора предложено изменение эксцентриситета земной орбиты. В первой трети XX в. М. Миланковичем была создана астрономическая теория изменения климата, в которой к причинам колебания инсоляции, кроме двух названных, добавилось еще и долговременное изменение наклона земной орбиты. Но рассчитанные согласно этой теории величины колебаний инсоляции оказались малы, а экстремумы инсоляции не совпадали с максимумами потеплений и похолоданий. В конце XX в. теория Миланковича была нами проанализирована, а входящие в нее задачи решены по-новому. Позже была дополнительно решена задача об эволюции оси вращения Земли, с учетом которой размах колебаний инсоляции увеличился в 7–8 раз, а ее экстремумы совпали с эпохами похолодания и потепления. В статье рассмотрены инсоляционные периоды изменения климата за последние 20 млн лет, эпохи их наступления и продолжительность. Инсоляционные периоды сопоставлены с колебаниями палеоклимата за последние 250 тыс. лет: установлено их совпадение. Сопоставлено изменение годовой инсоляции и среднегодовой температуры. Сформулированы основные свойства инсоляционных периодов. Показано, что годовая и летняя температуры изменяются в пределах, которые могут приводить как к оледенению территорий почти до средних широт, так и к полному таянию полярных льдов. Последнее приводит к затоплению отдельных территорий как внутри континентов, так и по берегам морей. В формирующихся при этом слоях отложений остается запечатленной периодичность изменения инсоляции.

Ключевые слова: ледниковые периоды, палеоклимат, инсоляция, орбита и ось вращения Земли, эволюция, инсоляционные периоды, свойства, температура, слой.

DOI: <https://doi.org/10.21455/GPB2024.2-3>

Цитирование: Смутьский И.И. Инсоляционная причина долгопериодических изменений климата // Геофизические процессы и биосфера. 2024. Т. 23, № 2. С. 25–39. <https://doi.org/10.21455/GPB2024.2-3>

ВВЕДЕНИЕ

С давних пор люди задумывались о том, каким образом сформировался окружающий нас мир и каковы причины происходящих на Земле изменений. Например, 2.5 тыс. л.н. Геродот [2009] обратил внимание на береговой выступ в Средиземном море, на котором расположена дельта Нила. Изучив данные о ежегодных наносах Нила, он пришел к выводу, что его за 20 тыс. лет своими отложениями образовала река. А когда-то на его месте и на месте дельты и нижней части речной долины был морской залив.

Еще пример. В альпийских долинах, а также в других местах Европы встречаются большие каменные глыбы и валуны, материал которых не свойствен окружающей местности. Причину их появления объясняли переносом мощными потоками воды во время всемирного потопа. Эта причина катастрофизма была отвергнута в 1795 г. выходом книги Дж. Геттона «Теория Земли» [Джон и др., 1982], в которой автор предлагал все

проходящие на Земле изменения объяснять не библейскими, а природными процессами. Дж. Геттон пришел к выводу, что в прошлом ледники в Альпах были большими, а затем они растаяли, оставив после себя «захваченные» в других местах валуны. В 1829 г. инженер из Швейцарии И. Венец-Зиттен поддержал и развил идеи Дж. Геттона, предположив, что территория Европы к северу от Альп, в том числе Северная Европа, находилась под воздействием льда [Джон и др., 1982].

Этому выводу способствовало утверждение Й. Эсмарка (1824 г.) о более обширных в прошлом ледниках Норвегии. Результаты Й. Эсмарка стали известны немецкому профессору Р. Бернгарди, который в 1832 г. выдвинул идею о ледниковом щите, покрывавшем Северную Европу и доходившим до Центральной Германии [Имбри Дж., Имбри К.П., 1988]. В 1834 г. Ж. де Шерпантье подкрепил выводы И. Венец-Зиттена результатами полевых наблюдений.

В 1837 г. в Невштателе на годичной конференции Швейцарского общества естествоиспытателей его президент Ж.Л. Агассис выступил с докладом о валунах, которые во множестве встречаются на склонах горного массива Юра. Наличие на них ледниковой штриховки и отдаленность от коренных пород аналогичного состава подтверждали существование ледникового периода в истории Земли.

В 1848 г. французский ученый Э. Коломб сообщил о находке двух слоев морен, разделенных толщей речных отложений [Имбри Дж., Имбри К.П., 1988]. В 1863 г. А. Гейки показал, что состав растительных остатков, встречающихся в отложениях между моренами в Шотландии, свидетельствует о теплом периоде, который разделял ледниковые эпохи. В 1870-е годы XIX в. американские ученые Дж. Ньюберри и У.Дж. Макги между двумя горизонтами морен нашли остатки стволов и корней древнего леса. В эти же годы следы неоднократных оледенений были обнаружены в Западной Европе и на Европейской части территории России [Имбри Дж., Имбри К.П., 1988]. Во второй половине XIX в. российскими учеными были исследованы ледниковые отложения в Азиатской части России (см. Послесловие Г.А. Авсюка и М.Г. Гросвальда к книге [Имбри Дж., Имбри К.П., 1988]).

В 1842 г. в книге «Revolutions de la mer: Deluges Periodiques» (в рус. переводе «Возмущение моря, или периодичность всемирных потоков», СПб., 1871) французский математик А.Ж. Адемар впервые в качестве причины периодов оледенения назвал прецессию оси вращения Земли [Имбри Дж., Имбри К.П., 1988]. В результате прецессии линия пересечения плоскости экватора и орбиты Земли, т.е. линия равноденствий, вращается по орбите Земли в направлении, обратном движению Земли, и сезоны года «перемещаются» по орбите. В современную эпоху зима в Северном полушарии наступает, когда Земля находится в перигелии своей орбиты, т.е. при наименьшем ее расстоянии от Солнца. Поэтому зима в Северном полушарии теплее, чем в Южном. Предполагалось, что при нахождении Земли в перигелии, когда зима будет в Южном полушарии, в Северном полушарии наступит ледниковый период. Так как эта теория не была подкреплена строгими вычислениями, она не получила развития.

В 1849 г. французский астроном У. Леверрье предложил обширную теорию, которая позволяла рассчитывать изменение параметров орбит планет в результате их возмущения другими планетами. Но настоящее начало астрономическая теория изменения климата берет с исследований шотландского ученого Дж. Кролла, который, будучи увлечен теорией А.Ж. Адемара, использовал теорию У. Леверрье и рассчитал изменение эксцентриситета орбиты Земли за 3 млн лет [Большаков, 2003]. Это позволило ему в 1875 г. рассчитать изменение расстояния между Землей и Солнцем в моменты наступления зимы в Северном полушарии. Когда это расстояние за счет изменения эксцентриситета становилось наибольшим, предполагалось, что в Северном полушарии наступал ледниковый период.

В 1920 г. в книге «Математическая теория тепловых явлений, обусловленных солнечной радиацией»

выдающийся сербский исследователь М. Миланкович представил теорию, которая позволяла рассчитывать распределение солнечного тепла по поверхности Земли, т.е. ее инсоляцию, в зависимости от эксцентриситета орбиты e , угла наклона плоскости орбиты к плоскости экватора ε и угла перигелия φ_{pr} , отсчитываемого от момента равноденствия. Для определения этих орбитальных параметров М. Миланкович [1939] использовал теорию Д. Стоквелла, который завершил ее в 1872 г. Предполагалось, что теория Ж. Стоквелла точнее теории У. Леверрье.

Для подтверждения своей теории М. Миланковичу потребовались более точные расчеты изменения этих параметров. На основе теории У. Леверрье их рассчитал за 600 тыс. лет бывший тогда директором Астрономической обсерватории в Белграде В. Мишкович. Таким образом, М. Миланковичем была создана астрономическая теория изменения климата, в которой изменения климата объяснялись колебаниями количества солнечного тепла, поступающего на Землю [Миланкович, 1939]. Эта теория обосновывала инсоляционную причину долгопериодических изменений климата как в прошлом, так и в будущем.

Решения М. Миланковича последовательно повторяли несколько поколений исследователей [Brouwer, Van Woerkom, 1950; Шапаф, Будникова, 1969; Berger, Loutre, 1991; Edvardsson et al., 2002; Laskar et al., 2004]. При этом решалась задача взаимодействия тел Солнечной системы и определялось изменение параметров орбиты Земли. Поэтому эту теорию часто называют теорией Миланковича, или орбитальной теорией палеоклимата [Большаков, 2003].

Однако колебания инсоляции в ней были небольшими, а периоды наступления ее максимумов и минимумов не совпадали с известными колебаниями палеоклимата. Например, согласно теории Миланковича, инсоляция поверхности Земли увеличивалась до максимума 10 тыс. л.н. Однако по данным палеогеографических исследований, небольшое потепление (оптимум голоцена) было 6 тыс. л.н., ему предшествовала эпоха похолодания, а в течение 8–20 тыс. л.н. – ледниковый период.

Нами была создана новая астрономическая теория изменения климата [Смутьский, 2018; Smulsky, 2021], в которой, в отличие от прежней теории, была дополнительно решена задача об эволюции вращательного движения Земли [Смутьский, 2020a]. Колебания угла наклона плоскости экватора Земли к плоскости ее орбиты ε оказались в 7–8 раз больше, чем в теории Миланковича. Эти колебания оказали более существенное влияние на климат, чем колебания эксцентриситета орбиты e и угла перигелия φ_{pr} . Колебания инсоляции, согласно нашим расчетам, совпали с изменениями климата в прошлом [Смутьский, 2016a]. То есть прежние решения неверно представляли эволюцию инсоляции Земли, из-за чего колебания инсоляции не совпадали с имевшими место колебаниями палеоклимата.

Итак, предлагаемая нами астрономическая теория изменения климата доказывает, что причиной долгопериодических колебаний климата является изменение инсоляции. То есть астрономические факторы – главные

факторы изменения климата, и другие факторы, если и существуют, оказывают несущественное влияние на долгопериодические изменения климата.

ИЗМЕНЕНИЯ ИНСОЛЯЦИИ ЗЕМЛИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 млн лет

Основной период колебания инсоляции

При создании новой астрономической теории были проанализированы все основания прежней теории и по-новому решены входящие в нее задачи. Задача об эволюции орбитального движения Земли решена нами за временной интервал 100 млн лет [Мельников, Смутьский, 2009], а теория инсоляции Миланковича переведена на другой математический алгоритм [Smulsky, Krotov, 2014]. Эти две задачи дают более точные результаты по инсоляции, но существенно не отличаются от результатов прежней теории.

Затем была решена задача об эволюции вращательного движения Земли за последние 20 млн лет [Смутьский, 2020a]. За этот интервал времени определена также эволюция инсоляции Земли. На рис. 1 изменения инсоляции представлены на четырех миллионных интервалах времени за 1-й, 5-й, 10-й и 20-й млн л.н.

На рис. 1, а показано изменение летней инсоляции Q_s^{65N} (кривая 1) за последний 1 млн лет на 65° с.ш. Эта величина является характеристикой климата в высоких широтах. На интервале 200 тыс. л.н. введены 13 инсоляционных периодов изменения климата: $O_1, 1_1, 2_1, \dots, 12_1$ [Смутьский, 2016a].

Видно, что инсоляция Q_s^{65N} изменяется неравномерно. Максимальные потепления и похолодания следуют нерегулярно: они могут наступить как через 30, так и через 300 тыс. лет [Смутьский, 2018]. Однако почти все колебания инсоляции согласуются с ходом гармоники Q_{shar}^{65N} (кривая 2 на рис. 1), которая определяется следующим образом:

$$Q_{shar}^{65N} = Q_0 + Q_a \sin(\varphi_0 + 2\pi T / P_{prm}), \quad (1)$$

где $Q_0 = (Q_s^{65N}_{max} + Q_s^{65N}_{min})/2 = 6.099$ ГДж/м²; $Q_a = (Q_s^{65N}_{max} - Q_s^{65N}_{min})/2 = 1.2711$ ГДж/м²; $\varphi_0 = 0$; T – время, тыс. лет, которое для времени назад является отрицательным; $P_{prm} = -25.7478$ тыс. лет – средний за 20 млн лет период прецессии оси вращения Земли. Знак «–» означает, что ось Земли вращается по часовой стрелке, т.е. обратно суточному и орбитальному движениям планеты.

Значения параметров Q_0 и Q_a в формуле (1) приведены для интервала 0–5 млн л.н. (см. рис. 1, а, б). На других интервалах они отличаются в 3–4-м знаке. На интервале 0–5 млн л.н. период прецессии $P_{pr} = -25.3262$ тыс. лет.

Так как период прецессии P_{pr} колеблется, то его значение зависит от интервала времени, на котором он определен. На интервалах 26 тыс. лет определены максимальное и минимальное значения P_{pr} за последние 20 млн лет. Их модули равны 26.574 тыс. лет в эпоху $T = 16.5$ млн л.н. и 24.977 тыс. лет в эпоху $T = 7$ млн л.н.

Имеются два периода колебания P_{pr} : примерно 26 тыс. лет и 18.5 млн лет. Гармоника Q_{shar}^{65N} с постоянным периодом P_{prm} представляет ход времени в этих

периодах. На графиках рис. 1 единицы этого времени изменяются от 1h до 777h. Сравнение экстремумов инсоляции с экстремумами гармоники позволяет выявить некоторые временные характеристики изменения инсоляции.

На рис. 1 все максимумы гармоники пронумерованы. Первый максимум 1h наступает в момент $T_1 = 6.4 \cdot 10^{-3}$ млн л.н. Так как период изменения максимумов равен P_{prm} , номер максимума гармоники в конце k -го миллионного интервала будет

$$n_h = \text{INTEGER}((k + T_1)/P_{prm}), \quad (2)$$

где INTEGER – целая часть выражения в скобках; T_1 – время назад, величина отрицательная; P_{prm} – период P_{prm} в миллионах лет.

На рис. 1, в изменения инсоляции Q_s^{65N} показаны за 10-й млн л.н., а на рис. 1, г – за 20-й млн л.н. Сравнение изменения инсоляции на этих интервалах с гармоникой Q_{shar}^{65N} показывает, что экстремумы инсоляции в большинстве случаев совпадают с экстремумами гармоники или находятся вблизи них. Поэтому период прецессии P_{prm} оси вращения Земли является основным периодом изменения климата Земли.

При анализе были также введены три градации теплого климата (умеренно теплый, теплый и очень теплый) и три градации холодного (умеренно холодный, холодный и очень холодный) [Смутьский, 2016a]. На рис. 1, б (интервал – 5-й млн л.н.) границы между уровнями показаны пунктирными линиями. Эти границы отстоят на одинаковое значение $\Delta Q_s = 0.5127$ ГДж/м² от средней за 20 млн лет летней инсоляции Q_s^{65N} равной $Q_{sm}^{65N} = 6.055$ ГДж/м². (линия 3 на рис. 1, б)

За последние 200 тыс. лет (см. рис. 1, а) было два очень холодных и два очень теплых периода. Холодных периодов было три, а теплых – два. Остальные периоды были умеренно холодными и умеренно теплыми. В целом за последние 20 млн лет очень теплых периодов было 67, а очень холодных – 55, т.е. всего было 122 очень значимых изменений климата [Смутьский, 2018].

Последовательность наступления очень теплых периодов, таких как 2_p , и очень холодных периодов, таких как 3_p , крайне неравномерна. При количестве 122 за последние 20 млн лет средний период их чередования составляет 164 тыс. лет. За это время было 777 колебаний гармоники Q_{shar}^{65N} , обусловленных периодом прецессии P_{prm} . Поэтому в среднем очень холодные периоды сменяются очень теплыми за 6.4 колебания гармоники Q_{shar}^{65N} . Такие теплые периоды, как 4_p , и такие холодные периоды, как 1_p , происходят в 4 раза чаще.

Из приведенных на рис. 1, а, б данных видно, что, как правило, очень холодный период наступает после очень теплого, или наоборот. Поэтому в большинстве случаев их смена происходит за один период P_{prm} гармоники.

Моменты наступления инсоляционных периодов

Очень теплые и теплые периоды, такие, например, как 2_1 и 4_p , соответствуют моментам максимумов гармоники Q_{shar}^{65N} (см. рис. 1). Очень холодные и холодные периоды, такие, как 3_1 и 1_p , соответственно, наступают в моменты минимумов гармоники. Иногда инсоляционные периоды могут на 3–4 тыс. лет опережать экстремум

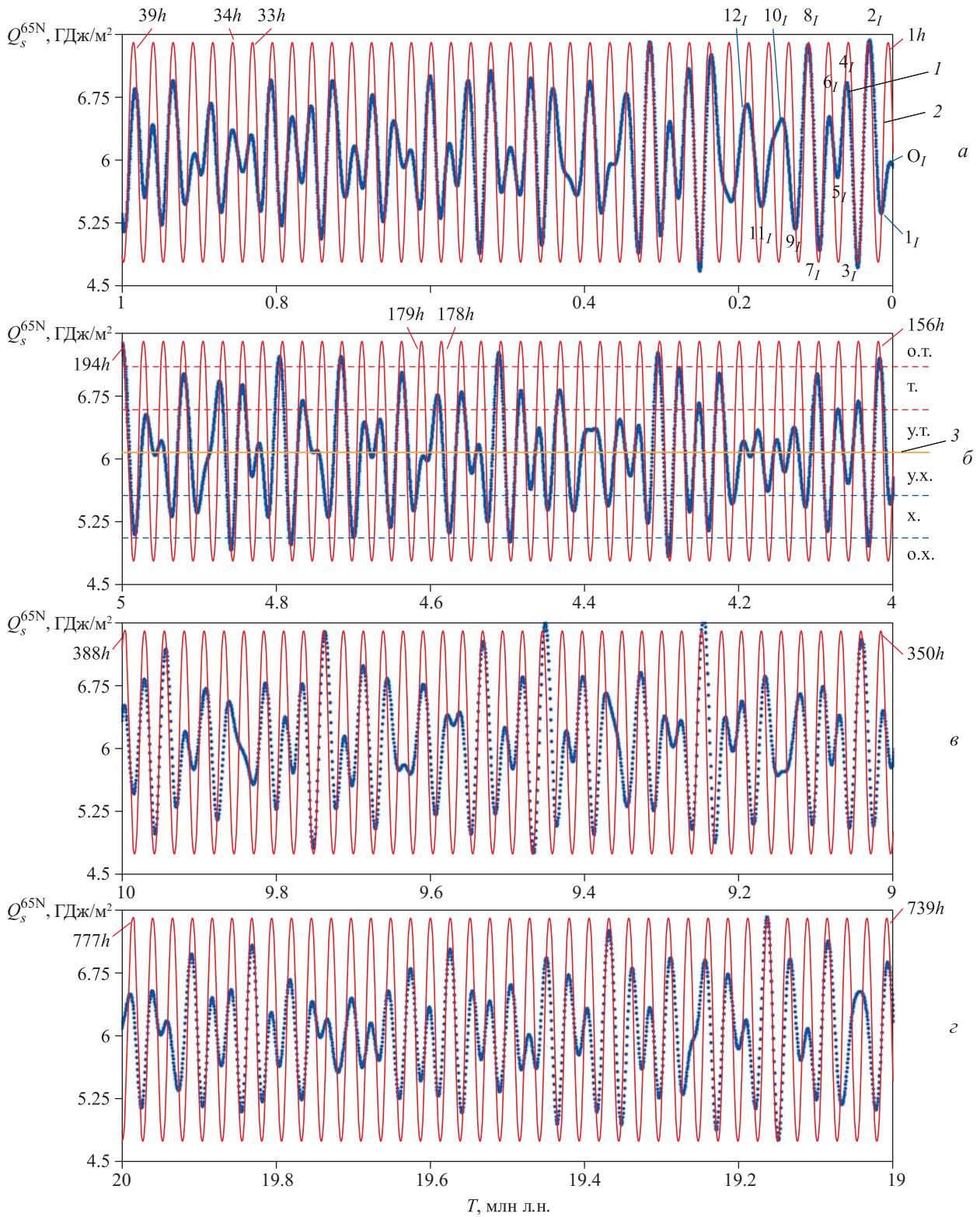


Рис. 1. Колебания летней инсоляции Q_s^{65N} (кривая 1) на четырех миллионных интервалах времени: за последний 1 млн лет (а) и за 5-й (б), 10-й (в) и 20-й (г) млн л.н.

2 – гармоника $Q_{s,har}^{65N}$ по уравнению (1) с периодом колебаний равным среднему за последние 20 млн лет периоду прецессии оси Земли $P_{pm} = -25.75$ тыс. лет; 3 – среднее за последние 20 млн лет значение летней инсоляции $Q_s^{65N} = 6.055$ ГДж/м²; $O_I, 1_I, 2_I, \dots, 12_I$ – экстремумы инсоляционных периодов изменения климата за последние 200 тыс. лет; 1h, 39h, ..., 739h, 777h – номера максимумов гармоника (1).

б. Пунктиром показаны границы между градами теплого и холодного климата: о.т. – очень теплый, т. – теплый, у.т. – умеренно теплый, у.х. – умеренно холодный, х. – холодный, о.х. – очень холодный.

Ост. поясн. см. в тексте

гармоники или отставать от него. С учетом этой разницы во времени все значимые инсоляционные периоды привязаны к максимумам и минимумам гармоники Q_{shar}^{65N} .

На рис. 1 в начале и в конце каждого миллионного интервала приведены номера максимумов гармоники Q_{shar}^{65N} : $1h, 39h, 156h, 194h, 350h, 388h$ и т.д. Все очень теплые и теплые периоды совпадают с максимумами гармоники, например 2_i с $2h, 4_i$ с $3h, 8_i$ с $5h, 12_i$ с $8h$. Аналогично все очень холодные и холодные периоды $1_p, 3_p, 7_i, 9_p, 11_i$ совпадают с минимумами гармоники Q_{shar}^{65N} . Умеренно теплые и умеренно холодные периоды, такие как 10_i и 13_p , могут приходиться соответственно на минимум или максимум гармоник.

Не каждый максимум или минимум гармоники реализуется инсоляционным периодом изменения климата. Часто в двух соседних максимумах гармоники (как, например, в гармониках $33h$ и $34h$ в эпоху 0.84 млн л.н.) величина инсоляции Q_s^{65N} уменьшается в промежуточном минимуме гармоники. В этом случае интервал между соседними минимумами инсоляции возрастает до двух периодов P_{prm} .

Нечто подобное происходило в эпоху 4.6 млн л.н. В максимуме гармоники $179h$ инсоляция Q_s^{65N} после минимума почти достигает среднего значения Q_{sm} , немного уменьшаясь затем в соседнем минимуме гармоники. После этого инсоляция увеличивается и достигает максимума вблизи максимума гармоники $178h$.

Аналогичная ситуация происходит в современную эпоху ($T = 0$). Инсоляционный максимум O_i находится в максимуме гармоники $1h$. Затем в минимуме

гармоники, который наступит в будущую эпоху $T = 1.64$ тыс. лет. [Смульский, 2021], инсоляция также немного снижается, а затем достигает максимума в эпоху $T = 16.76$ тыс. лет вблизи максимума гармоники (на рис. 1 эти экстремумы не показаны).

Такие же небольшие по величине изменения инсоляции могут происходить в минимумах гармоники. Существуют и другие варианты поведения инсоляции Q_s^{65N} , которые приводят к тому, что во время экстремума гармоник экстремумов инсоляции не наблюдается.

Длительность инсоляционных периодов

Длительность инсоляционных периодов изменения климата измеряется интервалом между средними изменениями инсоляции Q_{sm} , который ограничивает ее экстремум [Смульский, 2016а]. Так как инсоляционные периоды связаны с ходом гармоники, их номинальная длительность определяется ее полупериодом $\Delta T_{in} = 0.5(-P_{prm}) = 12.87$ тыс. лет.

В таблице приведены границы инсоляционных периодов за последние 200 тыс. лет. Видно, что очень теплые и очень холодные, а также теплые и холодные инсоляционные периоды могут быть на 2–4 тыс. лет длиннее ΔT_{in} . В случае умеренно теплых и умеренно холодных инсоляционных периодов их длительность может быть на 2–4 тыс. лет меньше ΔT_{in} . Однако в случае периодов 10_i-12_p , когда имеет место несоответствие их пиков с колебаниями гармоники (см. рис. 1), инсоляционные периоды могут иметь длительность в 1.5–2 раза большую ΔT_{in} .

Следует отметить особенность периода O_i – оптимума голоцена. Так как величина инсоляции в это время

Экстремумы летней инсоляции Q_s^{65N} , моменты их наступления T и инсоляционные периоды изменения климата за последние 200 тыс. лет

T , тыс. л.н.	Q_s^{65N} , ГДж/м ²	Инсоляционные периоды	Границы периодов, тыс. л.н.	Градации климата
4.16	5.97	O_i	0–6.86	Умеренно холодный
15.88	5.36	1_i	6.86–22.08	Холодный
31.28	7.43	2_i	22.08–39.50	Очень теплый
46.44	4.72	3_i	39.5–53.8	Очень холодный
60.8	6.93	4_i	53.8–69.1	Теплый
72.8	5.79	5_i	76.96–69.10	Умеренно холодный
83.4	6.52	6_i	88.52–76.96	Умеренно теплый
95.92	4.92	7_i	102.56–88.52	Очень холодный
110.8	7.38	8_i	120.08–102.56	Очень теплый
127.56	5.18	9_i	137.00–120.08	Холодный
144.8	6.49	10_i	161.08–137.00	Умеренно теплый
171.08	5.44	11_i	180.24–161.08	Холодный
190.36	6.68	12_i	200.60–180.24	Теплый

меньше среднего значения инсоляции Q_{sm} , длительность периода определена по значению инсоляции в современную эпоху [Смольский, 2016а], чем этот период и отличается от остальных.

Отличия новой теории от прежней

Как уже отмечалось, инсоляция Земли зависит от трех параметров: эксцентриситета ее орбиты e , угла наклона плоскости орбиты к плоскости экватора ε и угла перигелия, отсчитываемого от момента равноденствия, φ_{pg} . Эволюция угла наклона ε подобна эволюции инсоляции Q_s^{65N} , показанной на рис. 1 [Смольский, 2020а], т.е. вращательное движение оказывает наибольшее влияние на инсоляцию, а основное влияние на вращательное движение Земли оказывают Луна и Солнце соответственно [Smulsky, 2011]. Поэтому его эволюция зависит от параметров орбиты Земли e и φ_{pg} . Таким образом, колебание эксцентриситета орбиты e и его перигелия φ_{pg} косвенно отражается на инсоляции через угол наклона ε . Прямое их влияние на инсоляцию в несколько раз меньше, чем угла наклона ε . А согласно теории Миланковича, именно параметры e и φ_{pg} оказывают основное, определяющее периоды ее колебания влияние на инсоляцию. Поэтому рассчитанные в рамках прежней теории значения инсоляции не могут отражать колебания палеоклимата.

В этой связи в астрономическую теорию вводились дополнительные факторы, а сопоставление экстремумов инсоляции с периодами потепления и похолодания заменялось статистическим анализом. В качестве дополнительных факторов рассматривались прямые и обратные связи [Большаков, 2003]. Например, уменьшение альбедо Земли при увеличении покрытой снежным покровом площади во время ледниковых периодов рассматривалось как прямая связь, усиливающая похолодание. А уменьшение температуры в высоких широтах должно было сопровождаться усилением межширотного обмена, который бы препятствовал их охлаждению. Это – обратная связь.

С целью установления зависимости изотопного состава морских и континентальных отложений от существовавшего палеоклимата широко применялся и применяется в настоящее время спектральный анализ. Предполагалось, что в колебаниях инсоляции должны присутствовать частоты, связанные с периодом изменения эксцентриситета e (95.4 тыс. лет) и угла наклона ε (41.1 тыс. лет) орбиты Земли и угла перигелия φ_{pg} (21.7 тыс. лет). Здесь приведено значение периода колебания ε согласно прежней теории. Спектры этих частот стремились обнаружить в изотопном составе отложений, для чего подбирались скорости седиментации. Сконструированные наборы изотопного состава, как например LR4 в работе [Lisiecki, Raymo, 2005], получили название морских изотопных стадий (МИС), а их смена принималась как хронология палеоклиматических изменений. В действительности МИС не отражают изменения палеоклимата и причина их варибельности другая [Смольский, 2020б].

На настоящий момент очевидно, что эти ухищрения не нужны. Существовавшая астрономическая теория давала неверные изменения инсоляции. Действительные изменения инсоляции имеют другие временные характеристики. Во-первых, эпохи

потеплений и похолоданий приурочены к циклам прецессии оси Земли. Во-вторых, по интенсивности они изменяются от очень сильных до очень малых и несущественных. В-третьих, периоды значительных потеплений и похолоданий следуют неравномерно.

ИНСОЛЯЦИОННЫЕ ПЕРИОДЫ И ИЗМЕНЕНИЕ ПАЛЕОКЛИМАТА ЗА ПОСЛЕДНИЕ 200 тыс. лет

В таблице приведены характеристики инсоляционных периодов за последние 200 тыс. лет [Смольский, 2016б]. Рассмотрим, как они согласуются с данными по изменению палеоклимата в Западной Сибири.

Оптимум инсоляции в голоцене (инсоляционный период O_1)

В эпоху $T = 4.16$ тыс. л.н. (см. таблицу) имеется небольшой максимум инсоляции (с 10 тыс. л.н. по наст. время). Оптимум однозначно проявляется в интервале 9–3.3 тыс. л.н. [Васильчук, 1982; Ершов, 1989]. Согласно результатам палинологических исследований, потепление в это время было выражено слабее, чем в предыдущее межледниковье [Ершов, 1989]. Принято считать, что 8–5 тыс. л.н. происходила трансгрессия моря, а с 5 тыс. л.н. по настоящее время море отступает [Ломанченков, 1966], в связи с чем происходит формирование новых террас в долинах рек [Сакс, 1953; Ломанченков, 1966]. Верхняя толща многолетнемерзлых пород (ММП) в Западной Сибири сформировалась за последние 5–6 тыс. лет [Баулин, 1959; Некрасов и др., 1990]. Формирование бугристых торфяников началось примерно 3 тыс. л.н. [Шполянская, Евсеев, 1970; Некрасов и др., 1990].

Последний ледниковый максимум (инсоляционный период I_1)

Последней ледниковой эпохе в Западной Сибири отвечает сартанский горизонт отложений [Архипов и др., 1980; Архипов, 2000], радиометрический возраст которого находится в пределах 23–10 тыс. л.н. [Архипов, 1997]. В этот период сформировался ледниковый рельеф Западной Сибири, в том числе краевые морены по южному подножию Салехардских увалов и Хадатейским грядам Тазовского полуострова (65.5°–67° с.ш.). Севернее, примерно на 68° с.ш., расположены Ямало-Гыданские пояса морен, протянувшиеся от озер Яррото (Ярато) к востоку вдоль Гыданской гряды. Еще севернее расположены самые молодые морены, связанные с деградацией сартанского ледника.

В Скандинавии последнее похолодание характеризуют горизонтом позднего вейхелия [Svendsen et al., 1999]. В Архангельском регионе максимум этого оледенения относят к 17 тыс. л.н., а дегляциацию – к 16 тыс. л.н. Восточнее Онежского озера дегляциацию датируют 14.4–12.9 тыс. л.н. На Таймыре возраст ледника определен как 18–7.5 тыс. л.н. Пространство между Норвегией и арх. Новая Земля было покрыто ледником около 10.7 тыс. л.н.

Когда миновал максимум похолодания, ледовые потоки Баренцево-Карского ледникового щита по крупнейшим подводным желобам Арктического бассейна (Франц-Виктория, Св. Анны и Воронина) начали

отступать в Северный Ледовитый океан [Гросвальд, 2009]. Деградация льда в желобе Св. Анны началась около 13 тыс. л.н. и завершилась примерно к 10 тыс. л.н.

Образовавшееся в сартанский период Мансийское озеро имеет примерно такой же возраст – 20–10 тыс. лет [Архипов, 1997; Пятосина, 2005]. Причем тогда оно занимало меньшие площади, чем более древнее, отложения которого перекрыты осадками с останками мамонтов возрастом примерно 18 тыс лет [Пятосина, 2005].

Возраст Колпашевской террасы на средней Оби на высоте 55 м., образованной Мансийским морем, находится в пределах 12.8–10.6 т.л.н. [Архипов, 1997]. К ней примыкает транзитная терраса-равнина [Арсланов и др., 1983], которая прослеживается через всю зону сартанского оледенения до устья Оби. Ее возраст 12.26 ± 0.17 т.л.н. На среднем Енисее терраса высотой 60–70 м у Фарково имеет возраст от 16.4 до 11.7 т.л.н.

Как видим, приведенные датировки сартанского оледенения и его последний совпадают с минимумом инсоляции 15.88 т.л.н.

Теплый инсоляционный период 2₁

Существовавший в последнюю ледниковую эпоху в Западной Сибири Баренцево-Карский ледниковый щит полностью растаял к 40 тыс. л.н. [Svendsen et al., 1999]. Во многих долинах Печорской низменности (например, в Шапкиной, Хвостовой Сосьвы, Соймы) древесина и торф из-под рельефообразующих морен имеют возраст 25–40 тыс. лет. [Гросвальд, 2009]. Под распространенной к северу от Сибирских увалов мореной расположены озерно-болотные отложения возрастом от 25 до 40–50 тыс. лет. [Арсланов и др., 1983]. Раковины на восточном побережье Баренцева и Карского морей и по берегам Таймыра и Северной Земли имеют возраст 24–38 тыс. лет [Гросвальд, 2009].

Казымская пачка каргинского горизонта простирается по долине Оби от дер. Казым-Мыс до г. Колпашево и бассейна р. Васюган и до дер. Липовка на р. Тобол [Архипов, 1997]. Ее возраст – 33–31 тыс. лет. В нижнем течении р. Енисей, от г. Игарка до устья р. Бахта, прослеживаются коношельские слои – аналог казымской пачки, возрастом 33–32 тыс лет. Как правило, это озерно-аллювиальные отложения с прослойками торфа.

Третьи террасы рек Иртыш и Тобол с абсолютными отметками 70–75 м у д. Липовка сложены озерно-аллювиальными отложениями [Илларионов, 2013]. В разрезе у д. Липовка возраст сохранившихся в этих отложениях древесных и растительных остатков – от 31.78 до 32.77 тыс. лет. Такой же возраст имеют встречающиеся в речных отложениях костные остатки степных бизонов, шерстистых носорогов и древних лошадей.

Аналогом липовской террасы Иртыша и Тобола является сложенная озерно-аллювиальными отложениями с линзами торфа кирьянская терраса (разрез в обнажении левого берега р. Обь в 15 км выше д. Покур) возрастом 27.5–36.3 тыс. лет [Лаухин и др., 2006]. В Тургайской ложбине из скважины, пробуренной в 25 км южнее оз. Кушмурун, с глубины 37 м был поднят на поверхность обломок древесины возрастом 27.8 тыс. лет [Гросвальд, 1983].

В обнажении Красный Яр, в 15–20 км южнее Новосибирска, под толщей озерных отложений

мощностью 8–10 м погребены пни когда-то росших здесь деревьев. Возраст древесных остатков – 28–29 тыс. лет [Архипов и др., 1980]. В Кас-Кетском канале, между Енисейским и Мансийским древними озерами под слоем озерно-аллювиальных отложений обнаружены остатки древесины и торфа возрастом от 27.3 до 29.5 тыс. лет [Гросвальд, 2009].

Таким образом, теплый инсоляционный период 2₁ соответствует периоду каргинского межледниковья. Наличие озерно-аллювиальных отложений, высоких речных террас, раковин тепловодных моллюсков на побережье северных морей свидетельствует о существовании во второй части этого периода Западно-Сибирского моря, которое было соединено с Карским морем.

Авторы работы [MacDonald et al., 2012] в процессе изучения проблемы вымирания мамонтов проанализировали результаты многочисленных исследований, выполненных в 1970–2000-х годах на территории Сибири и Северной Америки, в том числе около 3000 радиоуглеродных дат, описания разрезов озерных отложений, результаты спорово-пыльцевого анализа. Согласно сделанным ими выводам, период 40–25 тыс. л.н. был сравнительно теплым, а 25–12 тыс. л.н. – сравнительно холодным, что соответствует характеристикам выделенных нами инсоляционных периодов 2₁ и 1₁.

Исследователи мамонтовой фауны на о. Октябрьской Революции в арх. Северная Земля [Макеев и др., 1979] на основании датировки ее останков, а также торфа пришли к выводу, что 25–19 тыс. л.н. был теплый период, который сменился холодным 19–12 тыс. л.н. Отложения холодного периода перекрыты торфом возрастом 9950 ± 100 лет. Приведенные датировки подтверждают интервалы выделенных нами инсоляционных периодов 2₁, 1₁ и 0₁ соответственно.

Очень холодный инсоляционный период 3₁ (оледенение)

Большая часть исследователей считает, что на севере Западной Сибири на шельфе Баренцева и Карского морей и на островах в прошлом неоднократно образовывался ледниковый щит [Svendsen et al., 1999; Гросвальд, 2009]. Последняя максимальная стадия развития Баренцево-Карского ледникового щита была около 50 тыс. л.н. [Svendsen et al., 1999].

Тогда его восточная часть занимала северную часть шельфа Карского моря и почти весь п-ов Таймыр и плато Путорана в Восточной Сибири. Его южная граница опускалась чуть ниже Северного полярного круга и соединялась с южной границей ледника в Европе [Svendsen et al., 1999; Гросвальд, 2009]. В Печорском бассейне этот ледник растаял 40 тыс. л.н.

На определенном этапе образования ледникового щита в Западной Сибири сток рек бассейнов Оби и Енисея в Северный Ледовитый океан прекратился, понижения заполнились водой [Гросвальд, 2009]. Образовались Хантыйское, Енисейское и Пуровское озера [Волков и др., 1969; Волков, Архипов, 1978], которые в последующем объединились в Западно-Сибирское озеро-море. Увеличение высоты ледникового щита, а затем смена похолодания на потепление

привели к стоку льда с ледникового щита, который происходил как на север, в Северный Ледовитый океан, так и на юг. Сток на север прослеживается по подводным желобам – Медвежинскому, Франц-Виктории, Св. Анны и Воронина, а сток на юг отмечен Сибирскими Увалами в Западной Сибири и их продолжением в Восточной Сибири. Образовавшуюся «границу» из моренных отложений М.Г. Гросвальд назвал линией Волкова. Моренный пояс вдоль возвышенности Сибирские Увалы – самый южный в регионе [Архипов и др., 1980; Архипов, 2000].

С ростом потепления продолжалось таяние ледникового щита и дальнейшее увеличение пресноводного моря до такой степени, что начался его сток через Тоболо-Тургайский желоб в Туранскую низменность Приаралья и, возможно, с проходами на юге в Каспийскую низменность.

Инсоляционные периоды 4_T-12_T

Основные экстремумы инсоляции $1_p, 2_1$ и 3_1 (см. таблицу) за 50 последние тыс. лет хорошо согласуются с двумя последними ледниковыми периодами в Западной Сибири – сартанским и ермаковским, и каргинским межледниковьем между ними. Отложения каждого последующего ледникового периода перекрывают следы предыдущего, поэтому обнаружение и датировка более ранних колебаний палеоклимата затруднена. Перед ермаковским похолоданием отмечают казанцевское межледниковье, которое было одним из самых теплых в плейстоцене [Архипов, 1997]. В современной южно-таежной зоне наряду с хвойными породами произрастали липа, вяз, дуб и орешник. В лесостепной зоне формировались черноземные почвы [Волкова, 1991; Архипов и др., 1995].

Начиная с инсоляционного экстремума 3_1 похолоданий не было (см. таблицу). Были два небольших потепления – 60.8 (4_T) и 83.16 тыс. л.н. (6_T), что подтверждается двумя слоями торфа соответственно возрастом 65 и 80 тыс. лет в отложениях Белогорской возвышенности по правому берегу Нижней Оби [Архипов, 1997]. Эти слои перекрывают морену возрастом 100 тыс. лет, соответствующую пику похолодания 96 тыс. л.н. (период 7_p , см. таблицу). Данное похолодание исследователи относят к нижним слоям ермаковского горизонта. В долине Средней Оби, в геолого-геоморфологическом разрезе «Кирыас», озерно-ледниковые отложения ермаковского горизонта подстилаются палеопочвами возрастом 120 тыс. лет [Архипов, 1997], которые соответствуют пику потепления 8_T (110.8 тыс. л.н.)

В отложениях среднего неоплейстоцена Западной Сибири, согласно унифицированной региональной стратиграфической схеме четвертичных отложений, выделены тазовский ледниковый, ширтинский теплый, самаровский ледниковый и тобольский теплый горизонты [Волкова, 1999; Гусев и др., 2019]. С учетом характеристик этих горизонтов [Гусев и др., 2019] можно убедиться, что тазовский ледниковый горизонт совпадает с выделяемым нами инсоляционным минимумом 9_p , ширтинский теплый – с максимумом 10_p , самаровский ледниковый – с минимумом 11_p , а тобольский теплый – с максимумом 12_T .

Сопоставление выделяемых нами инсоляционных периодов и результатов палеоклиматических исследований убедительно показывают, что на интервале 0–250 тыс. л.н. эти периоды отражают изменение палеоклимата. Поэтому можно рекомендовать их для интерпретации палеоданных и реконструкции палеоклимата.

ИЗМЕНЕНИЕ ИНСОЛЯЦИИ ЗЕМЛИ ПО ШИРОТЕ

На рис. 2 сопоставлена инсоляция за год Q_T , за летнее Q_s и зимнее Q_w калорические полугодия за последние 20 млн лет в современную ($T = 0$), самую теплую ($T = 9.2475$ млн лет) и самую холодную ($T = 18.945$ млн лет) эпохи. Эти эпохи характеризуются следующими значениями летней инсоляции на 65° с.ш.: 5.9, 7.58 и 4.51 ГДж/м² соответственно. Углы наклона плоскости экватора к плоскости орбиты Земли (ϵ) в эти эпохи – 23.44, 32.66 и 14.06° соответственно.

Летняя инсоляция Q_s в современную эпоху имеет минимальное значение на полюсах, достигает максимального значения в тропиках ($\phi = \epsilon$), а вблизи экватора опять уменьшается (см. рис. 2). От холодной эпохи (кривая 3) к теплой (кривая 2) летняя инсоляция Q_s на полюсах увеличивается в 2.2 раза, на 65° с.ш. – в 1.68 раза. В рассматриваемую теплую эпоху летняя инсоляция имела экваториальный минимум в Южном полушарии, а в холодную – в Северном. При этом в холодную эпоху в Северном полушарии максимум инсоляции Q_s практически вырождается и остается только максимум в Южном полушарии. Таким образом, холодная эпоха $T = 18.945$ млн л.н. характеризуется очень холодным летом во всем Северном полушарии. Следует отметить, что вырождение максимума летней инсоляции в Северном полушарии характерно только для рассматриваемой холодной эпохи.

Зимняя инсоляция Q_w на полюсах равна нулю и монотонно растет по направлению к экваториальной области. В экваториальной области Q_w имеет максимум на той же широте, на которой расположен минимум летней инсоляции Q_s . Наиболее заметно инсоляция Q_w изменяется в средних широтах. Зимняя инсоляция в холодную эпоху 3 больше, чем в теплую эпоху 2. То есть зимы в холодные эпохи мягче, нежели в теплые. Следует отметить, что для рассматриваемых теплой и холодной эпох 2 и 3 изменение Q_w в Северном полушарии почти в 2 раза больше, чем в Южном.

Годовая инсоляция Q_T во все эпохи монотонно увеличивается от полюсов к экватору, а ее ход симметричен относительно экватора (см. рис. 2). То есть количество получаемого Землей в течение года тепла одинаково по обоим полушариям. От холодной эпохи к теплой инсоляция Q_T на полюсах увеличивается во столько раз, во сколько и инсоляция Q_s . С уменьшением широты разница между годовыми инсоляциями в разные эпохи уменьшается, а на широте 45° годовая инсоляция одинакова для всех эпох.

В экваториальной области изменение Q_T по эпохам противоположно ее изменению в высоких широтах. В рассматриваемую холодную эпоху Земля получила тепла за год больше, чем в теплую. Например, на экваторе величина Q_T в холодную эпоху в 1.07 раза больше

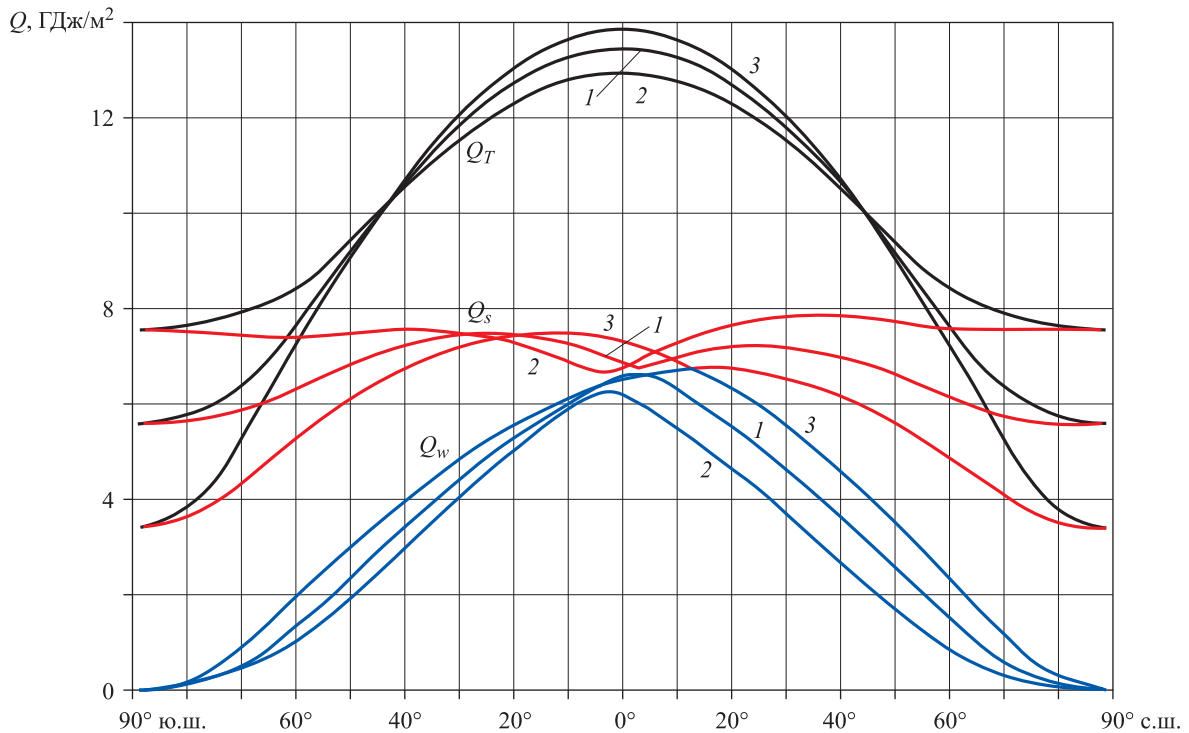


Рис. 2. Широтные изменения инсоляции за год Q_T , летней Q_s и зимней Q_w инсоляций за три эпохи (1–3) на интервале 30.12.2049 г. – 20 млн. л.н.

1 – современная ($T = 0$; $Q_s^{65N} = 5.9$ ГДж/м²); 2 – самая теплая ($T = 9.2475$ млн л.н.; $Q_s^{65N} = 7.58$ ГДж/м²); 3 – самая холодная ($T = 18.945$ млн л.н.; $Q_s^{65N} = 4.51$ ГДж/м²)

по сравнению с теплой. При этом ее изменение на экваторе в 4 раза меньше, чем в высокоширотной области. Поэтому основные изменения инсоляции происходят в высоких широтах.

Рассмотренное распределение трех типов инсоляций по широте в самые экстремальные эпохи за прошедшие 20 млн лет практически повторяет имеющиеся результаты за другие экстремальные эпохи. Но есть и некоторые особенности. Например, в рассматриваемую холодную эпоху $T = 18.945$ тыс. л.н. вырождается максимум Q_s в Северном полушарии. Кроме того, в средних широтах зимой инсоляция изменяется в 2 раза сильнее в Северном полушарии, чем в Южном.

Из приведенных на рис. 2 данных видно, что за год Земля получает примерно одинаковое количество тепла в обоих полушариях. Однако по полугодиям оно может существенно различаться. Так как количество получаемого за полугодия тепла оказывает влияние на климат, палеоклиматические изменения по полушариям также могут различаться. Особенно это заметно в экваториальных и средних широтах, а в высоких широтах различия исчезают.

Изменение инсоляции Земли осуществляется за счет изменения движения Солнца по небесной сфере. Это проявляется в изменении времени восходов и заходов Солнца, длительности светового дня, продолжительности полярных дней, ночей и т.п. [Смульский, 2018]. Например, в ледниковые периоды в Северном полушарии полярные дни и ночи наступают значительно севернее современного полярного круга, а в теплые периоды – значительно южнее.

ИЗМЕНЕНИЕ ГОДОВОЙ ИНСОЛЯЦИИ И ТЕМПЕРАТУРЫ В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ ЗА ПОСЛЕДНИЙ 1 МЛН ЛЕТ

В работах [Смульский, 2022а, б] была введена определенная двумя способами средняя по широте приповерхностная теплоемкость Земли, с помощью которой по годовой инсоляции Q_T рассчитывается средняя годовая температура. На рис. 3 показано изменение годовой инсоляции за 1 млн лет на 65° с.ш. Годовая инсоляция Q_T изменяется в фазе с летней Q_s^{65N} (см. рис. 1), а значительные ее колебания совпадают по времени с колебаниями гармоник Q_{shar}^{65N} . Поэтому период прецессии оси Земли P_{prt} также является основным периодом изменения годовой инсоляции.

Годовая приповерхностная температура на широте 65° изменяется в Северном полушарии аналогично изменению годовой инсоляции Q_T (см. рис. 3), соответственно ее колебания имеют такой же основной период. Температура варьирует от -9.07 до 0.75 °С, т.е. диапазон изменения составляет 9.8°.

На уровне 80° с.ш. годовая температура изменяется от -33.3 до -2.0 °С [Смульский, 2022а, б]; диапазон изменения – 31.3°. На Северном полюсе годовая температура изменяется от -50.0 до -2.4 °С; диапазон изменения – 47.6°.

По мере движения к югу размах колебаний годовой инсоляции и температуры уменьшается, и на широте 45° значения этих параметров остаются практически постоянными. Ближе к экватору их колебания нарастают, но имеют противоположную направленность:

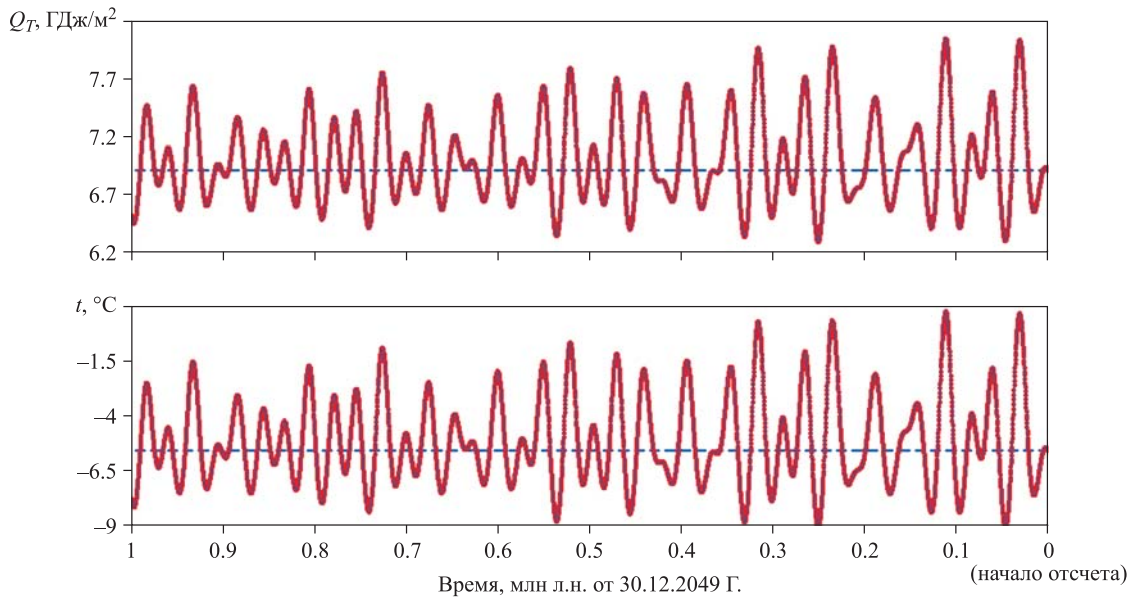


Рис. 3. Изменение годовой инсоляции Земли Q_T и годовой приповерхностной температуры t на 65° с.ш. за последний 1 млн лет

Пунктир – среднее значение параметров в современную эпоху

в холодные эпохи на этих широтах становится теплее. На экваторе значение годовой температуры колеблется от 28.2°C в самую холодную эпоху до 24.2°C в самую теплую для высоких широт эпоху.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ИНСОЛЯЦИОННЫХ ПЕРИОДОВ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

1. Инсоляционные периоды приурочены к циклам прецессии оси Земли и могут повторяться каждые 25.75 тыс. лет.

2. Очень сильные похолодания и очень сильные потепления следуют неравномерно. Например, они могут повториться как через 30 тыс. лет, так и через 300 тыс. лет. В среднем они повторяются через 164 тыс. лет.

Холодные и теплые периоды случаются в 4 раза чаще. Все инсоляционные экстремумы изменения климата происходят детерминировано, в строго определенное время.

3. Номинальная длительность инсоляционных периодов – 12.87 тыс. лет. Продолжительность очень теплых или очень холодных периодов может быть на 2–4 тыс. лет больше. Длительность неэкстремальных периодов иногда достигает 25 тыс. лет.

4. Ледниковые периоды, т.е. эпохи оледенения, затрагивают в основном широты выше 50° . В это время в экваториальных широтах становится теплее.

5. В высоких широтах годовая инсоляция изменяется в фазе с летней и в противофазе с зимней инсоляцией. Поэтому лето в ледниковые периоды на всех широтах холоднее современного и тем сильнее, чем больше географическая широта местности.

6. Зимы во время ледниковых периодов на всех широтах теплее современных.

7. В ледниковые периоды граница полярных дней и ночей сдвигается к северу от современного ее положения (например, она может находиться севернее о. Белый в Карском море, а в теплые эпохи – к югу, например на широту г. Тюмень [Smulsky, 2021]).

8. В очень холодные периоды в высоких широтах количества поступающего за год и за летнее полугодие тепла на 50 % меньше по сравнению с современной эпохой. Годовая температура в эти периоды, например, на 80° с.ш. понижается на 15.6° , а на полюсе – на 24.4° .

В Северном полушарии количество получаемого за летнее полугодие тепла при такой годовой температуре до широты 50° меньше современного на полюсе. В этом случае выпавший за зиму снег не тает, и ледниковый покров может распространяться до этой широты. Будут также увеличиваться площади ледников Гренландии и Антарктиды, а уровень Мирового океана понизится и на освободившихся от воды территориях на всех широтах будет развиваться растительность и образовываться почвенный слой.

9. В очень теплые периоды в высоких широтах тепла за год и за летнее полугодие поступит на 50 % больше по сравнению с современной эпохой, годовая температура на широте 80° в Северном полушарии увеличится на 14.4° , а на полюсе – на 21.5° . Количество тепла за летнее полугодие в высоких широтах станет на 12 % больше, чем в современную эпоху на экваторе. По нашим оценкам, средняя летняя температура на Северном полюсе может достигнуть 35°C . При такой температуре ледники Антарктиды и Гренландии должны практически полностью растаять, уровень Мирового океана повысится.

10. В средних широтах годовая инсоляция поверхности Земли меняется мало от периода к периоду. Например, на широте 45° она практически постоянна,



Рис. 4. Обнажение слоев осадочных отложений в обрыве берега р. Тура в 40 км выше по течению от г. Тюмень. Фото автора

Высота террасы – 20 м над ур. реки

а годовая температура колеблется в пределах нескольких десятых градуса вблизи ее современного значения равного 9.33°C . Летняя и зимняя инсоляции изменяются в противофазе. Амплитуда колебаний летней инсоляции в 2 раза меньше амплитуды ее колебания на широте 65° . В теплые периоды это может приводить к расширению зон степей и пустынь, а в холодные – к их сокращению. Колебания летней инсоляции влияют на площадь горных ледников. В теплые периоды площадь ледников в горах сокращается, а в холодные – увеличивается.

11. В тропических широтах годовая инсоляция изменяется обратно ее изменению в высоких широтах: в холодные периоды на экваторе и в тропиках становится теплее. Это может приводить к увеличению площади пустынь и сокращению размеров горных ледников.

Зимняя инсоляция в основном колеблется в фазе с годовой инсоляцией, а ее амплитуда в 2 раза больше годовой. Эволюция зимней и летней инсоляции в тропиках Южного полушария может существенно отличаться от их эволюции в тропиках Северного полушария.

ИНСОЛЯЦИЯ И СЛОИ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

Рассмотренные в предыдущих разделах свойства и характеристики ледниковых и межледниковых периодов прошлого позволяют осуществлять реконструкцию палеоклимата. Первый опыт такой реконструкции был выполнен нами для Западной Сибири на основании величины летней инсоляции в эквивалентных широтах I [Смульский, Иванова, 2018]. Величина I измеряется в градусах широты, на которую тепла в современную эпоху поступает столько же, сколько в рассматриваемую.

Было показано, что 53–41 тыс. л.н. на территории севернее Сибирских Увалов инсоляция I была больше

80° . В современную эпоху на этой широте существует оледенение. Поэтому на территории Северных Увалов 53–41 тыс. л.н. образовался ледниковый покров. Стоки Оби и Енисея в Ледовитый океан были перекрыты ледниковым щитом, из-за чего низменная часть Западной Сибири с высотными отметками до 100 м покрывалась водой. Часть вод по Тобол-Тургайской ложбине проникла в Туранскую низменность [Илларионов, 2013] и через Туркменский залив могла проходить в Каспийское море.

После окончательного исчезновения ледникового щита вода с низких мест ушла, а на разнообразных ледниковых и водно-ледниковых отложениях начала развиваться растительность, образовался почвенный слой. Как уже отмечалось, за 20 млн лет насчитывается 122 эпохи значительных похолоданий и потеплений. Неоднократная смена этих эпох нашла отражение в смене слоев осадочных пород. Часто мощные разрезы таких осадочных отложений можно наблюдать в естественных обнажениях по берегам рек (рис. 4), морей (рис. 5), в стенках промышленных карьеров.

Подобные обнажения имеются во многих местах Западной Сибири. Например, в 1988 г. автор видел такой разрез отложений в обрыве высокого берега р. Сёяха у пос. Бованенково (п-ов Ямал). Аллювиальные слои здесь чередуются с тофянистыми слоями и погребенными почвами.

На берегах морей обнажения слоев отложений разного возраста и генезиса особенно впечатляющи. В качестве примера на рис. 5 приведены слоистые образования в обрывистых берегах Черного и Средиземного морей и Атлантического океана, что, в свою очередь, связано в том числе с долгопериодическими изменениями инсоляции в высоких широтах. Например, в очень теплый период таяние только ледникового щита Антарктиды

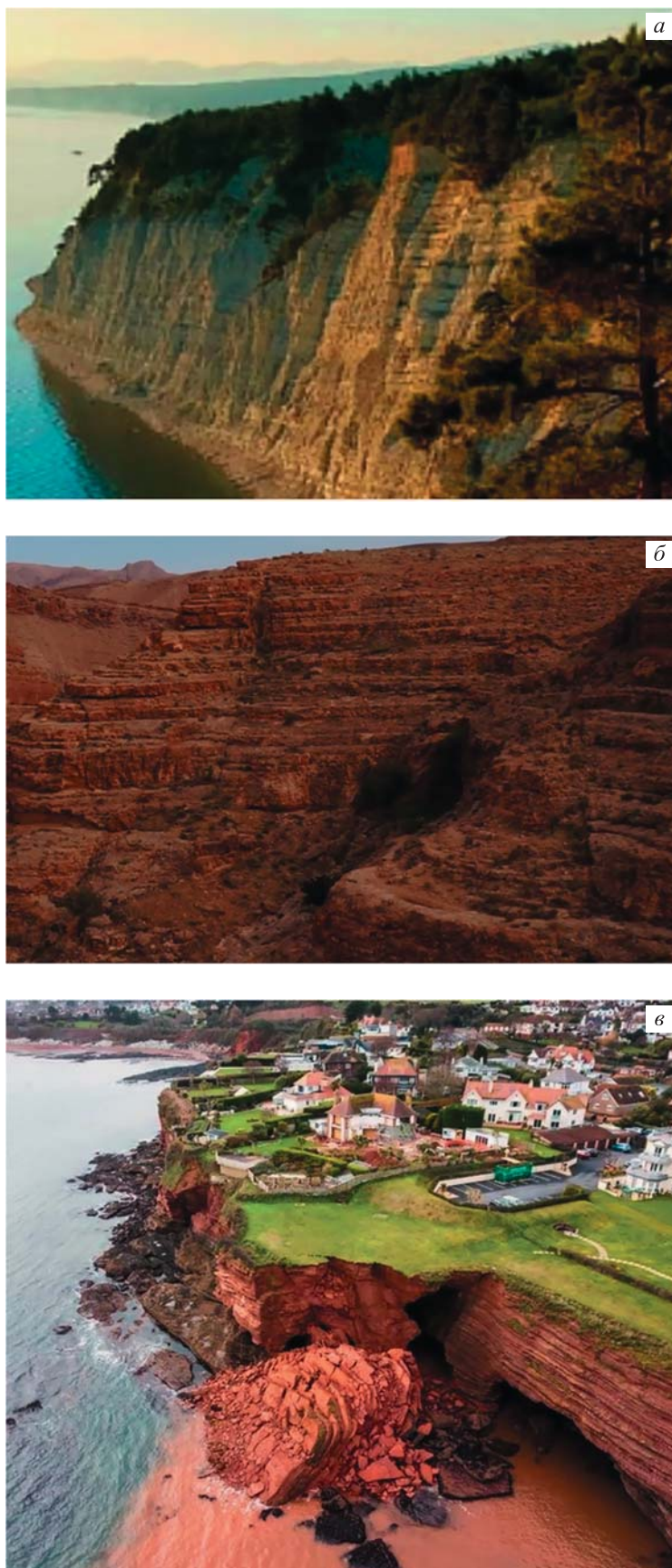


Рис. 5. Чередование слоев отложений разного генезиса по берегам морей: *а* – Черноморское побережье Кавказа (с. Дивноморское); *б* – бассейн Средиземного моря (каньон в оазисе Мидес, Тунис); *в* – Атлантический океан (графство Девон, Англия)

Фотографии заимствованы из общедоступных ресурсов сети Интернет, не содержащих указаний на авторство этих материалов и каких-либо ограничений на их использование

может повысить уровень Мирового океана на 75 м по сравнению с современным. А в очень холодный период уровень океана может понизиться на такую же величину относительно современного уровня.

Ненарушенные слои четвертичных отложений имеются в разных местах на разных континентах. Так, поверхностные отложения Центральной Европы, в которых переслаиваются погребенные почвы и лёссы, содержат детальную информацию об истории плейстоценового климата [Имбри Дж., Имбри К.П., 1988].

В напластованиях этих отложений запечатлена также история колебаний инсоляции Земли в зависимости от местных условий. Изучение свойств и характеристик осадочных слоев позволит более детально представить эволюцию палеоклиматов Земли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На протяжении последних 200 лет по ряду свидетельств прошлого ученые утвердились в мнении, что климат на всем протяжении истории Земли претерпевал существенные изменения. Вначале было установлено, что в прошлом климат был холоднее, чем в современную эпоху, а в высоких широтах существовал сплошной ледниковый покров. Затем выяснилось, что холодному периоду предшествовал теплый, и такие смены климата повторялись много раз.

Из многообразия причин за наиболее правдоподобную было принято изменение инсоляции Земли. Инсоляция Земли зависит от параметров ее орбиты и наклона оси вращения к плоскости орбиты. По мере развития небесной механики все с большей точностью определялась эволюция этих параметров. И когда задачи об эволюции орбиты и оси вращения Земли были окончательно решены, периоды изменения инсоляции совпали с эпохами изменения климата.

Этот непрерывный поиск и труд многих исследователей не были напрасными. Высказывалось много различных мнений, было много жарких дискуссий, создано много разных теорий. Но в итоге цель достигнута, проблема решена. Признание существования долгопериодических изменений климата, обусловленных изменением инсоляции, будет способствовать лучшему пониманию истории Земли и более надежному планированию деятельности человека в будущем.

БЛАГОДАРНОСТИ

В статье использованы результаты решения задач на суперкомпьютерах Центра коллективного пользования Сибирского суперкомпьютерного центра Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, г. Новосибирск.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках госзадания Института криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН по теме № 121041600047-2.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

- Арсланов Х.А., Лавров А.С., Потапенко Л.М. Новые данные о позднеплейстоценовом оледенении севера Западной Сибири // Оледенения и палеоклиматы Сибири в плейстоцене. Новосибирск: Наука, 1983. С. 27–35.
- Архипов С.А. Хронология геологических событий позднего плейстоцена Западной Сибири // Геология и геофизика. 1997. Т. 38, № 12. С. 1863–1884.
- Архипов С.А. Главные геологические события позднего плейстоцена (Западная Сибирь) // Геология и геофизика. 2000. Т. 41, № 6. С. 792–799.
- Архипов С.А., Астахов В.И., Волков И.В., Волкова В.С., Панычев В.А. Палеогеография Западно-Сибирской равнины в максимум позднезырянского оледенения. Новосибирск: Наука, 1980. 109 с.
- Архипов С.А., Волкова В.С., Зыкина В.С., Бахарева В.А., Гуськов С.А., Левчук Л.К. Природно-климатические изменения в Западной Сибири в первой трети будущего столетия // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, № 8. С. 51–71.
- Большаков В.А. Новая концепция орбитальной теории палеоклимата. М.: Изд-во МГУ, 2003. 256 с.
- Баулин В.В. История развития многолетнемерзлых пород в районе Нижней Оби в четвертичный период: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: МГУ им. Ломоносова, 1959. 19 с.
- Васильчук Ю.К. Закономерности развития инженерно-геологических условий севера Западной Сибири в голоцене: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 1982. 27 с.
- Волков И.А., Архипов С.А. Четвертичные отложения района Новосибирска: Оперативно-информационный материал. Новосибирск: Наука, 1978. 90 с.
- Волков И.А., Волкова В.С., Задкова И.И. Покровные лесовидные отложения и палеогеография юго-запада Западной Сибири в плиоцен-четвертичное время. Новосибирск: Наука, 1969. 332 с.
- Волкова В.С. Колебания Климата в Западной Сибири в позднеплиоценовое и четвертичное время // Эволюция климата, биоты и среды обитания человека в позднем кайнозое Сибири. Новосибирск: ОИГМ СО АН СССР, 1991. С. 30–39.
- Волкова В.С. Палинстратиграфия четвертичных отложений полуостровов Ямал и Тазовский: Проблемы плиоцена // Геология и геофизика. 1999. Т. 40, № 8. С. 1119–1134.
- Геродот. История. М.: АСТ, 2009. 672 с.
- Гросвальд М.Г. Покровные ледники континентальных шельфов. М.: Наука, 1983. 216 с.
- Гросвальд М.Г. Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания: М.: Наука, 2009. 152 с. (Материалы гляциологических исследований. Вып. 106).
- Гусев Е.А., Молодьков А.Н., Кузнецов А.Б., Новихина Е.С., Аникина Н.Ю., Дервянко Л.Г., Четверова В.А., Крылов А.В. Опорные разрезы второй половины среднего неоплейстоцена енисейского севера // Арктика и Антарктика. 2019. № 2. С. 112–125.
- Джон Б., Дербишир Э., Янг Г., Фейрбридж Р., Эндриус Дж. Зимы нашей планеты / Под ред. Б. Джона. М.: Мир, 1982. 336 с.
- Ершов Э.Д. Геокриология СССР. Западная Сибирь. М.: Недра, 1989. 454 с.

- Илларионов А.Г. Тургайский спиллвей: К истории становления и развития речной сети Арало-Иртышского региона. Ижевск, 2013. 103 с.
- Имбри Дж., Имбри К.П. Тайны ледниковых эпох. М.: Прогресс, 1988. 264 с.
- Лаухин С.А., Арсланов Х.А., Шилова Г.Н., Величневич Ф.Ю., Максимов Ф.Е., Кузнецов В.Ю., Чернов С.Б., Тертычная Т.В. Палеоклиматы и хронология среднеюрмского мегаинтерстадиала на Западно-Сибирской равнине // Докл. РАН. 2006. Т. 411, № 4. С. 540–544.
- Ломанченков В.С. Об основных этапах геологического развития Лено-Кольмской Приморской низменности в позднечетвертичную и современную эпохи // Четвертичный период Сибири: Материалы докл. Всесоюз. совещ. по изучению четвертичного периода. М.: Наука, 1966. Т. II. С. 283–288.
- Макеев В.М., Арсланов Х.А., Гарутт В.Е. Возраст мамонтов Северной Земли и некоторые вопросы палеогеографии позднего плейстоцена // Докл. АН СССР. 1979. Т. 245, № 2. С. 421–424.
- Мельников В.П., Смутьский И.И. Астрономическая теория ледниковых периодов: Новые приближения. Решенные и нерешенные проблемы. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2009. 98 с. URL: <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/AsThAnR.pdf>
- Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М.; Л.: ГОНТИ, 1939. 207 с.
- Некрасов И.А., Коновальчик Н.Г., Семенова Г.В., Скорбилин Н.А. История геокриологического исследования Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1990. 270 с.
- Попов Г.И. Плейстоцен Черноморско-Каспийских проливов: Стратиграфия, корреляция, палеофаунистика, геологическая история. М.: Наука, 1983. 214 с.
- Пятосина Н. Мансийское озеро-море оказалось древнее, чем думали // Наука и жизнь. 2005. № 2. С. 138–139.
- Сакс В.Н. Четвертичный период в Советской Арктике. М.; Л.: Морское и речное изд-во, 1953. 627 с.
- Смутьский И.И. Новые результаты по инсоляции Земли и их корреляция с палеоклиматом Западной Сибири в позднем плейстоцене // Геология и геофизика. 2016а. Т. 57, № 7. С. 1393–1407. URL: <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/NwChInP4J.pdf>
- Смутьский И.И. Эволюция оси Земли и палеоклимата за 200 тысяч лет. Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Acad. Publ., 2016. 228 с. URL: <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/InfEvEAPC02M.pdf>
- Смутьский И.И. Новая астрономическая теория ледниковых периодов. Riga, Latvia: Lambert Acad. Publ., 2018. 132 с. URL: <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/InfNwATLP.pdf>
- Смутьский И.И. Эволюция вращательного движения Земли за миллионы лет // Сложные системы. 2020а. № 1 (34). С. 4–49. URL: http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/EVDZ03_1Jc.pdf
- Смутьский И.И. Новая теория изменения инсоляции Земли за миллионы лет и морские изотопные стадии // Геофизические процессы и биосфера. 2020б. Т. 19, № 1. С. 96–121. <https://doi.org/10.21455/gpb2020.1-7>
- Смутьский И.И. Прошлые и будущие ледниковые периоды в Арктике за 100 тыс. лет // Современные исследования трансформации криосферы и вопросы геотехнической безопасности сооружений в Арктике / Под ред. В.П. Мельникова, М.Р. Садуртдинова. Салехард, 2021. С. 386–389. URL: <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/PrBuLedPer.pdf>
- Смутьский И.И. Палеотемпературы поверхности Земли. 1. Определение среднегодовой температуры Земли и полушарий // Инж.-физ. журн. 2022а. Т. 95, № 2. С. 298–305.
- Смутьский И.И. Палеотемпературы поверхности Земли. 2. Определение среднеширотной приповерхностной теплоемкости Земли // ИФЖ. 2022б. Т. 95, № 2. С. 306–315.
- Смутьский И.И., Иванова А.А. Опыт реконструкции палеоклимата по изменению инсоляции на примере Западной Сибири в позднем плейстоцене // Климат и природа. 2018. № 1 (26). С. 3–21. URL: <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/OpRcnPClmt6J.pdf>
- Шараф Ш.Г., Будникова Н.А. Вековые изменения элементов орбиты Земли и астрономическая теория колебаний климата // Тр. Ин-та теор. астрономии. Вып. XIV. Л.: Наука, 1969. С. 48–109.
- Шполянская Н.А., Евсеев В.П. Выпуклобугристые торфяники северной тайги Западной Сибири // Тез. докл. Всесоюз. совещ. по мерзлотоведению. М.: Изд-во МГУ, 1970. С. 125–126.
- Berger A., Loutre M.F. Insolation values for the climate of the last 10 million years // Quatern. Sci. Rev. 1991. N 10. P. 297–317.
- Brouwer D., Van Woerkom A.J.J. The secular variation of the orbital elements of the principal planets // Astr. Pap. 1950. N 13. P. 81–107.
- Edvardsson S., Karlsson K.G., Engholm M. Accurate spin axes and Solar system dynamics: Climatic variations for the Earth and Mars // Astron. and Astrophys. 2002. V. 384, N 2. P. 689–701. <https://doi.org/10.1051/0004-6361:20020029>
- Laskar J., Robutel P., Joutel F., Gastineau M., Correia A.C.M., Levrard B.A. Long-term numerical solution for the Earth // Astron. and Astrophys. 2004. V. 428. P. 261–285.
- Lisiecki L.E., Raymo M.E. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records // Paleoclimatology and Paleoclimatology. 2005. V. 20, is. 1. <https://doi.org/10.1029/2004PA001071>
- MacDonald G.M., Beilman D.W., Kuzmin Yu.V., Orlova L.A., Kremenetski K.V., Shapiro B., Wayne R.K., Van Valkenburgh B. Pattern of extinction of the woolly mammoth in Beringia // Nature Com. 2012. V. 3, art. 893. P. 1–8.
- Smulsky J.J. The influence of the planets, Sun, and Moon on the evolution of the Earth's axis // Intern. J. Astron. and Astrophys. 2011. V. 1, is. 3. P. 117–134. <https://doi.org/10.4236/ijaa.2011.13017>
- Smulsky J.J. Long-term changes in the Earth's climate. Cambridge, UK: Cambridge Scholars Publ., 2021. 179 p. <https://www.cambridgescholars.com/product/978-1-5275-7289-8>
- Smulsky J.J., Krotov O.I. New computing algorithm of the Earth's insolation // Appl. Phys. Res. 2014. V. 6, N 4. P. 56–82. <https://doi.org/10.5539/apr.v6n4p56>
- Svendsen J.I., Astakhov V.I., Bolshiyakov D.Yu., Demidov I., Dowdeswell J.A., Gataflin V., Hjort C., Hubberten H.W., Larsen E., Mangerud J., Melles M., Moller P., Saarnisto M., Siebert M.J. Maximum extent of the Eurasian ice sheets in the Barents and Kara Sea region during the Weichselian // Boreas. 1999. V. 28, N 1. P. 234–242.

Сведения об авторе

СМУЛЬСКИЙ Иосиф Иосифович – доктор физико-математических наук, профессор, Институт криосферы Земли, Тюменский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр. Россия, 625026, г. Тюмень, ул. Малыгина, д. 86. E-mail: JSmulsky@mail.ru

INSOLATION CAUSE OF LONG-PERIOD CLIMATE CHANGES

© 2024 J.J. Smulsky

Institute of the Earth's Cryosphere, Tyumen Scientific Center
of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center, Tyumen, Russia

e-mail: JSmulsky@mail.ru

Abstract. In the middle of the 19th century, the insolation oscillations in at high latitudes, which are due to the precession of the Earth's axis of rotation, were put forward as the cause of the Ice Ages. A quarter of a century later, the eccentricity of the orbit was proposed as an additional factor. In the first third of the 20th century, M. Milankovitch developed the astronomical theory of climate change, which determines insolation fluctuations depending on three parameters of the Earth's orbit. But insolation oscillations were small, and its extremes did not coincide with warming and cooling of the paleoclimate. At the end of the 20th century, this theory was analyzed by me, the problems included in it had been solved in a new way. Later, I additionally solved the problem of the evolution of the Earth's rotation axis. Taking it into account, insolation fluctuations increased by 7–8 times, and its extremes coincided with cooling and warming of the paleoclimate. The article considers insolation periods of climate change over 20 million years, the epochs of their onset and their duration. Insolation periods are compared with paleoclimate fluctuations over 250 thousand years and their coincidence is established. Changes in annual insolation and average annual temperature are considered. Based on various characteristics of insolation, the main properties of insolation periods are formulated. Annual and summer temperatures vary within such limits that can lead either to glaciations of territories almost to the middle latitudes, or to the complete melting of polar ice. In the process of climate fluctuations, certain territories are flooded, both within the continents and on the shores of the seas. As a result, alternating layers of deposits and soil are formed. They capture the frequency of changes in insolation.

Keywords: Ice Ages, paleoclimate, insolation, orbit and rotation axis of the Earth, evolution, insolation periods, properties, temperature, layers.

About the author

SMULSKY Joseph Josephovich – Dr. Sci. (Phys. and Math.), professor, Institute of Earth's Cryosphere, Tyumen Scientific Center of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Federal Research Center. Russia, 625026, Tyumen, Malygin st., 86. E-mail: JSmulsky@mail.ru

Cite this article as: Smulsky J.J. Insolation cause of long-period climate changes, *Geofizicheskie processy i biosfera* (Geophysical Processes and Biosphere), 2024, vol. 23, no. 2, pp. 25–39 (in Russian). <https://doi.org/10.21455/GPB2024.2-3>

English version: *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2024, vol. 60. ISSN: 0001-4338 (Print), 1555-628X (Online). <https://link.springer.com/journal/volumesAndIssues/11485>

Дискуссия

И. Фундаментальная и прикладная климатология

Настоящую статью 12 июня 2023 г. я направил в журнал «Фундаментальная и прикладная климатология». 15 июня я получил от главного редактора Журнала письмо об ее отклонении.

Уважаемый Иосиф Иосифович,

Во вложении - рецензия на Вашу рукопись «ИНСОЛЯЦИОННАЯ ПРИЧИНА ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА».

К сожалению, она отрицательная. Ваша рукопись нуждается в серьезной переработке. В представленном виде опубликована у нас быть не может.

Семенов С.М.,

гл. ред., "Фундаментальная и прикладная климатология"

Рецензия на рукопись статьи И.И. Смутьского

ИНСОЛЯЦИОННАЯ ПРИЧИНА ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Статья посвящена сравнительному анализу амплитуд трех квазипериодических колебаний потока солнечной энергии на Землю с учетом неравномерного альбеда на планете. Утверждается, что амплитуда второго и третьего относительно главного (связанного с эллиптичностью орбиты) больше, чем считалось ранее, и они лучше объясняют периодический характер изменений температурного режима на планете. Весьма подробно излагается история вопроса. Рецензент с интересом с ней ознакомился.

Но есть и замечания, которые представляются серьезными. Они относятся к доказательности сделанных утверждений. Читатель должен иметь возможность самостоятельно их проверить. Рукопись такой возможности не предоставляет читателю, хотя объем ее весьма велик. Имеются ссылки на другие публикации автора, но эти ссылки таковы, что формулировки результатов, полученных в каждой конкретной публикации, не очень четкие.

Рецензент видит два способа доказательства.

А) Учитываем колебания всех трех периодов (доказываем, что возмущения орбиты, например, за счет притяжения Юпитера по сравнению с этими тремя пренебрежимо малы); рассчитываем изменение глобального альбеда под влиянием изменений потока солнечной радиации (нужно убедиться, что на таких больших периодах излучение Солнца менялось слабо), причем это альбеда будет зависеть не только от широты (поскольку расположение суши и океанов зависит и от долготы), а альбеда влияет на тепловой баланс планеты. Автор статьи ссылается на созданную им «Астрономическую теорию», но нельзя требовать от читателя, чтобы он принял на веру неизвестные ему аргументы из непрочитанной им статьи. По какому алгоритму построены рисунки, приведенные в статье, должно быть ясно изложено.

Б) Проводим анализ всех доступных источников информации о давно прошедших изменениях температуры (например, анализ содержания кернов из различных ледников – а этих кернов не так уж и много). Нужно убедиться, что все эти сведения о температуре достаточно хорошо коррелированы между собой. А другие источники не забыты – учтено все, что можно. Численно оценить коэффициенты корреляции временных рядов.

У меня не сложилось впечатление, что хотя бы один из этих способов реализован в статье с должной тщательностью.

Вывод. В настоящем виде текст не может быть рекомендован к публикации. Требуется более строгие доказательства сделанных автором многочисленных утверждений. Дополнительное мелкое пожелание: исправить заметное количество языковых неточностей.

Свой ответ на это решение 16.06.2023 я направил Главному редактору журнала.

Уважаемый Сергей Михайлович!

Рецензия моей статьи “Инсоляционная причина долгопериодических изменений климата” начинается с фразы: **“Статья посвящена сравнительному анализу амплитуд трех квазипериодических колебаний потока солнечной энергии на Землю с учетом неравномерного альбедо на планете...”**

Далее слово “альбедо” повторяется еще несколько раз. Альбедо – это характеристика диффузной отражательной поверхности, т.е. для данного случая, это отражательная способность Земли. В моей статье ни это слово, ни сам процесс отражения Землей солнечного тепла не рассматриваются!

В статье рассматривается поступление тела от Солнца, т.е. инсоляция Земли. Инсоляция по разному распределяется по широте Земли. Это распределение существенно изменяется при изменении параметров орбиты и оси вращения Земли, в результате в высоких широтах наступают ледниковые эпохи, которые сменяются теплыми периодами.

Всех этих вопросов рецензент не знает. На основании отрывочных сведений, имеющихся в его голове, он интерпретирует тему статьи, и даже предлагает план сценария, по которому предлагает проводить исследования.

Рецензент упоминает: **“Весьма подробно излагается история вопроса. Рецензент с интересом с ней ознакомился”**. Это свидетельствует, что он прочитал Введение статьи, и на этом его знакомство со статьей закончилось. Если бы он прочитал всю статью, то узнал бы много интересного и полезного для себя.

Итак, рецензия не имеет отношения к моей статье. Что действительно в ней показано, так это непрофессионализм рецензента, его недобросовестность и низкий уровень.

На протяжении двух веков шло развитие Астрономической теории изменения климата. Решением сложных задач в течение трех десятков лет я ее завершил. Эта теория определяет долгопериодические изменения климата. Эта статья обобщает не только мои исследования, но и исследования моих предшественников. Она предназначена для тех, кто занимается изменением климата. Показаны основные характеристики инсоляции, механизмы их влияния на климат, и связь инсоляции с палеоклиматом.

Сергей Михайлович! Вы часто проводите в ИГКЭ (Институт глобального климата и экологии) семинары по изменению климата. Например, 1 декабря 2021 г. был заслушан доклад профессора МГУ, д.г.н. Александра Викторовича Кислова “Пелеоклимат: история климата, спектр вариаций климата, концепция Миланковича”. И что в этом докладе? Гипотезы, предположения, неопределенности и нет ничего надежно установленного. Одним словом: отвалы климатического мусора.

Нет у нас настоящих исследователей, которые могли что-то сами исследовать и установить окончательные истины. Они даже не в состоянии написать рецензию на статью, в которой получены определенные результаты. Часто в виде аргумента они выдвигают авторитет западных ученых: когда западные ученые одобряют Ваши работы, тогда и мы их опубликуем.

Профессор В.А. Эткин из г. Хайфы, Израиль, говорит: “Российские ученые продали душу Западу”. Идет третья мировая война Запада против России. До каких пор преклоняться перед Западом?

Здесь, в России, решена проблема долгопериодических изменений климата. Не нужно больше рыться в отвалах климатического мусора, нужно использовать результаты новой Астрономической теории изменения климата, и наша наука будет ведущей в мире, а Запад будет следовать за ней.

Вы вслед за непутевым рецензентом повторяете: “Ваша рукопись нуждается в серьезной переработке. В представленном виде опубликована у нас быть не может”.

Прочитайте статью, чтобы жить своим умом, а не повторять чужие глупости! Вы ж ведете эту тематику. В статье нет предположений, неоднозначностей. В ней все определено, все обосновано. Прочитайте! И Вы поймете, что все, с чем Вы сталкивались, действительно является климатическим мусором, который нужно выбросить и забыть!

16 июня 2023 г. я получил следующий ответ от Главного редактора.

Уважаемый Иосиф Иосифович,

Как главный редактор журнала, я не рецензирую поступившие рукописи и не высказываюсь о них по этическим причинам.

Рецензент, которому была направлена Ваша рукопись - весьма квалифицированный специалист, который не был никогда замечен в какой-то предвзятости или субъективности.

Я перечитал его отзыв. Он не пишет об ошибочности Ваших утверждений. Он пишет о том, что в последовательности излагаемых положений есть такие, которые в тексте не обоснованы. Он считает, что читатель имеет право видеть в тексте все обоснования (кроме тех, что в учебниках).

Мне кажется, что Вам целесообразно излагать такие объемные вопросы не в виде статей (ограниченных по объему), а в виде брошюр или небольших монографий, где можно привести все необходимые обоснования.

Семенов С.М.

18 июня 2023 г. я так ответил на письмо Главного редактора.

Уважаемый Сергей Михайлович!

Рецензия не имеет отношения к статье, а Вы ее перечитываете, вместо того, чтобы прочитать статью. Это просто – ужас!

У Вас извращенное представление об этических нормах Гл. редактора.

Гл. редактор научного журнала не имеет право не публиковать Истину, и не имеет право публиковать заблуждение, ложь и обман. А Вы делаете и то и другое.

Такое деяние является преступлением, и оно враждебно человеческому обществу.

С уважением

18.06.2023 г.

И.И. Смульский

II. Криосфера Земли

21 июня 2023 г. я направил статью в журнал "Криосфера Земли".

4 июля 2023 г. я получил следующее письмо от редакции журнала.

ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЙ Иосиф Иосифович!

Редакция журнала рассмотрела Вашу статью: И.И. Смульский. Инсоляционная причина долгопериодических изменений климата.

К сожалению, Ваша статья в представленном виде не может быть опубликована в журнале «Криосфера Земли». На Вашу статью было получено два отрицательных отзыва. Пересылаю Вам рецензии обоих рецензентов. Возможно, эти материалы помогут Вам в дальнейшей работе.

С глубоким уважением

Отв. секретарь журнала

Владимир Евгеньевич Тумской (к.г.м.-н.)

Редакционная группа журнала «Криосфера Земли»: Наталия Васильевна Арутюнян, Наталия Геннадиевна Белова (к.г.н.), Ольга Михайловна Лисицына (к.г.-м.н.), Глеб Евгеньевич Облогов (к.г.-м.н.).

“04” июля 2023г.

Отзыв 1-го Рецензента

ОТЗЫВ на статью ИНСОЛЯЦИОННАЯ ПРИЧИНА ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА,

представленную для публикации в журнале Криосфера Земли

В рамках своей компетенции рецензент не может оценить корректность расчетов инсоляции и предлагаемой автором новой астрономической теории в целом, в том числе одного из ее основополагающих положений о том, что изменения угла наклона земной оси были в 7-8 раз больше, чем обычно считалось – это дело специалистов по небесной механике. Рецензент может оценить лишь приложения этой теории к объяснению долгопериодических изменений климата на Земле.

В частности, обращает внимание утверждение, что "астрономические факторы являются главными факторами изменения климата, и другие факторы, если и существуют, то оказывают

несущественное влияние на долгопериодические изменения климата" (с. 7). В рамках этой парадигмы вводятся градации теплого и холодного климата в зависимости от абсолютной величины летней инсоляции на 65°с.ш., ищутся соответствия между пиками и провалами расчетной кривой инсоляции и известными климатическими событиями – потеплениями и похолоданиями. Это очень упрощенный подход, игнорирующий все наработки географических наук последних десятилетий в области теории "системы планета Земля" (Earth system science). Уже общепринято, что изменения внешних (астрономических) условий выступают модулятором этой системы, внутри которой внешние воздействия усиливаются, сдвигаются, гасятся, причем в регионально специфической форме, т.е по-разному в разных регионах. В результате далеко не все климатические события происходят, а если происходят, то далеко не всегда одновременно в разных регионах. Поэтому поиск соответствия между пиками инсоляции и пиками температур (табл. 1, раздел 3.2) – это подход времен Миланковича, но никак не третьего десятилетия XXI в. Об уровне осведомленности автора в области современного состояния палеогеографии могут свидетельствовать литературные ссылки, например, в разделе 3.2, большая часть которых – более чем полувековой давности.

Раздел 7 "Инсоляция и слои" демонстрирует высокий уровень наивности автора в области четвертичной геологии: " После окончательного исчезновения Ледникового щита вода уходит, на аллювиальных отложениях начинает бурно развиваться растительность и образуется почвенный слой. За миллионы лет происходят многочисленные колебания почвенных и аллювиальных слоев (рис. 4)" (с.29), см. также рис. 5 "Слои по берегам морей" (!). Очевидно также незнание автора даже с далеко не новыми результатами, в том числе из цитируемых им статей. Например, утверждение " на территории севернее Сибирских Увалов 53 - 41 т.л.н. образовался ледниковый покров" (с. 29) полностью противоречит результатам проекта QUEEN, изложенным в цитируемой автором работе Svendsen et al. (1999), а также в более известной работе Svendsen et al. (2004), согласно которым последний ледниковый покров на севере Западной Сибири был порядка 90 тыс.л.н. и 40-50 тыс.л.н. сток Оби и Енисей ледником перекрываться не мог.

Невозможно не заметить, что значительная часть текста представляет исторический обзор и изложение положений астрономической теории автора, неоднократно опубликованные автором ранее. Со статьей (Смульский, 2000а) имеются дословные текстуальные совпадения целыми абзацами. Разделы 3.2 – 3.5 дублируют обзоры из (Смульский, 2000а). Рис. 2 – это перекомпонованный рис. 4 из (Смульский, 2000а). В рукописи нередки досадные орфографические ошибки, например: "По результатам полинологических исследований следует, что потепление в нем было выражено более слабо, чем в предыдущее межледниковье" (с. 15).

Таким образом, приводимые в статье теоретические положения (не менее половины текста), а также региональные приложения этой теории для Западной Сибири представляют собой перелицованные более ранние публикации автора. Представления автора в области четвертичной геологии и палеогеографии нельзя назвать профессиональными. Полагаю, что публиковать этот текст в журнале "Криосфера Земли" нельзя.

Отзыв 2-го Рецензента

Основные замечания по статье

Автором решена математическая задача по расчету инсоляции. При этом, использовался упрощенный алгоритм расчета (Smulsky, Krotov, 2014) который сводился к решению задачи о движении двух тел (Солнце – Земля). При этом, как отмечает автор «Статья основана на результатах решения задач на суперкомпьютерах Центра коллективного пользования Сибирского суперкомпьютерного центра Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Новосибирск». В связи с исключением гравитационных связей Земли с планетами солнечной системы автор получил значительные по величине колебания наклона оси вращения (подробно критика используемого расчетного алгоритма изложена в прилагаемых комментариях, подготовленных по просьбе редакции журнала «Геофизические процессы и биосфера»). Отметим, что Миланкович, используя арифмометр и логарифмическую линейку рассчитал инсоляцию с

учетом всех известных на то время планет солнечной системы. То есть, математическая задача по расчету инсоляции (в статье приводится ссылка на работу Smulsky, Krotov, 2014) автором решена не корректно.

Автором используется также упрощенная связь изменения термической составляющей климата с вариациями только приходящей радиации. Термический режим климата определяется не только вариациями приходящей радиации, но интенсивностью переноса радиационного тепла (меридионального, межполушарного, в системе океан – атмосфера) регулируемой орбитальными характеристиками (Davis, Brewer. 2009; Soon, Legates. 2013; Федоров, 2019; Cionco et al., 2020). Эта физическая задача автором даже не поднимается в работе, то есть не решена.

Автором (как и Миланковичем и его последователями) переход от солярного климата к глобальному осуществляется на основе прямого сопоставления летней инсоляции на 65 с.ш. температурному режиму глобального климата. Однако, при этом отсутствуют доказательства того, что именно вариации летней инсоляции на 65 с.ш. а не на какой-то другой, регулируют температурные условия глобального климата.

Автором отмечается, что «Однако колебания инсоляции в ней были небольшие, а периоды наступления максимумов и минимумов не совпадали с известными колебаниями палеоклимата. Например, начиная с современной эпохи, инсоляция увеличивалась до максимума потепления 10 тыс. лет назад, в то время как 6 т.л.н. было небольшое потепление (оптимум Голоцена), после которого шло похолодание, а затем в течение 8 – 20 т.л.н. наступил ледниковый период». Известны работы, в которых отмечается голоценовый парадокс в астрономической теории климата. Также объясняются глобальные климатические события в голоцене и позднем плейстоцене (максимум распространения покровного оледенения, переход от холодной плейстоценовой к теплой голоценовой эпохе, средневековый оптимум голоцена и Малый ледниковый период) на основе как изменений летней инсоляции (рассчитанной для всего Северного полушария, а не только на 65 с.ш), так и в связи с их синхронизацией с экстремальными значениями характеристик межполушарного и меридионального переноса радиационного тепла (Федоров, 2021; Федоров и др., 2021).

Автором отмечается, что основным фактором изменения палеоклимата является прецессия (изменение положения оси) с периодом около 25 тыс. лет. В действительности таким фактором является климатическая прецессия (с периодом в среднем около 22 тыс. лет), период которой определяется угловым соотношением линии апсид и линии равноденствий (или долготой перигелия). По данным Ж.Ласкара с коллегами (Laskar et al., 2011) на интервале от 5 млн. лет в прошлое до 5 млн. лет в будущее, цикл климатической прецессии (долготы перигелия) изменяется от 10 до 33 тыс. лет, только в среднем составляя 21585 лет.

С учетом некорректности решения математической задачи в предлагаемой автором «Новой астрономической теории климата» и отсутствием решения физической задачи, выделение «инсоляционных периодов» и палеогеографические выводы автора не представляются аргументированными и достоверными.

10 июля 2023 г. в редакцию журнала я направил свой ответ на решение редакции
Отв. секретарю журнала «Криосфера Земли»

Владимиру Евгеньевичу Гумскому (к.г.м.-н.)

Редакционной группе журнала:

Наталии Васильевне Арутюнян,

Наталии Геннадиевне Беловой (к.г.н.),

Ольге Михайловне Лисицыной (к.г.-м.н.),

Глебу Евгеньевичу Облогову (к.г.-м.н.).

Уважаемый Владимир Евгеньевич !

Уважаемые Наталия Васильевна, Наталия Геннадиевна,

Ольга Михайловна и Глеб Евгеньевич!

В файле ReplyReview.docx прилагаю свой ответ на рецензии на свою статью: Смутьский И.И. Инсоляционная причина долгопериодических изменений климата.

Там же, в конце, имеется мое письмо Вам.

Замеченные в статье опечатки исправлены; текст статьи – файл IPDIKI02_1.docx, а также текст статьи с рисунками и таблицей для рецензента – файл IPDIKI02_2.docx, прилагаются.

С уважением 10.07.2023 г.

И.И. Смутьский

Ответ автора на рецензии статьи

Смутьский И.И. Инсоляционная причина долгопериодических изменений климата.

Рецензент 1

В рецензии я выделил три замечания, на которые после каждого из них даю свой ответ

1. **Рецензент 1.** “Уже общепринято, что изменения внешних (астрономических) условий выступают модулятором этой климатической системы, внутри которой внешние воздействия усиливаются, сдвигаются, гасятся, причем в регионально специфической форме, т.е по-разному в разных регионах”.

Ответ автора. В статье, в п. 2.4. Отличия от прежней теории, показано, что идея появления “климатической системы” обусловлена тем, что прежняя Астрономическая теория не согласовывалась с палеоклиматическими данными. Новая теория согласуется, поэтому не нужно придумывать разные усиления и ослабления.

2. **Рецензент 1.** “на территории севернее Сибирских Увалов 53 - 41 т.л.н. образовался ледниковый покров” (с. 29) полностью противоречит результатам проекта QUEEN, изложенным в цитируемой автором работе Svendsen et al. (1999), а также в более известной работе Svendsen et al. (2004), согласно которым последний ледниковый покров на севере Западной Сибири был порядка 90 тыс.л.н. и 40-50 тыс.л.н. сток Оби и Енисей ледником перекрываются не мог”.

Ответ автора. Замечание неверное и ложное. Приведу два фрагмента из статьи Svendsen et al. (1999) на английском языке, сопроводив их переводом на русский.

Фрагмент 1

We infer that the western and northern rims of this ice sheet terminated along the shelf edge. Investigations on Svalbard indicated that these islands were inundated by the Barents Ice Sheet twice during the Earlymiddle Weichselian, about 110000 and 60000 yr BP (Mangerud et al. 1998).

Мы делаем вывод, что западный и северный края этого ледникового щита заканчивались вдоль кромки шельфа. Исследования на Шпицбергене показали, что эти острова были дважды покрыты Баренцевым ледяным щитом в начале Среднего Вейхелия, около 110 000 и 60 000 лет назад (Мангеруд и др., 1998).

Автор. То есть, этот источник не опровергает, а подтверждает результаты моей статьи. С учетом неопределенностей датировок, подтверждаются ледниковые периоды 7_1 и 3_1 с минимумами инсоляции 95.92 и 46.44 тыс. лет назад, соответственно, (см. Табл. статьи 1).

Фрагмент 2

This conclusion is based on many radiocarbonated sediment equences covering the youngest postEemian till, indicating that the last ice sheet covering these areas disintegrated and became stagnant more than 40000 yr BP.

Этот вывод основан на множестве радиоуглеродных последовательностей отложений, покрывающих самый молодой послееэмский тилл, указывает на то, что последний ледниковый щит, покрывавший эти районы, распался и деградировал более 40000 лет назад.

Автор. Также с учетом неопределенностей датировок этот источник не опровергает, а подтверждает результаты моей статьи: около 40 тыс. лет назад ледниковый период 3_1 закончился и начался теплый период с максимумом инсоляции Q_s^{65N} 31.28 тыс. лет назад.

3. **Рецензент 1.** «Невозможно не заметить, что значительная часть текста представляет исторический обзор и изложение положений астрономической теории автора, неоднократно

опубликованные автором ранее. Со статьей (Смульский, 2000а) имеются дословные текстуальные совпадения целыми абзацами. Разделы 3.2 – 3.5 дублируют обзоры из (Смульский, 2000а)”.

Автор. В моей статье нет ссылки (Смульский, 2000а). Есть ссылка (Смульский, 2020а), но совершенно по другим вопросам.

Кроме того, анализ истории проблемы (исторический обзор – по словам рецензента) выполнен мной специально для этой обобщающей статьи, и ранее он не публиковался. То есть это замечание является обманом редакции.

Итак, из трех приведенных замечаний одно является неверным, а два – ложными.

Рецензент 2

В файле "Замечания к статье от2гоРецензента.docx" представлены “Основные замечания по статье” Рецензента 2. Главное его замечание следующее:

«В связи с исключением гравитационных связей Земли с планетами солнечной системы автор получил значительные по величине колебания наклона оси вращения (подробно критика используемого расчетного алгоритма изложена в прилагаемых комментариях, подготовленных по просьбе редакции журнала «Геофизические процессы и биосфера»)”.

Эти комментарии Рецензент 2 прилагает в своей статье Федоров В.М. Комментарии к статье И.И. Смульского «Новая теория изменения инсоляции земли за миллионы лет и морские изотопные стадии», 2020 г.

Ответ автора. Утверждение “исключением гравитационных связей Земли с планетами солнечной системы автор получил” является ложным. Эту ложь он использует с целью обмана Редакции журнала “Криосфера Земли”.

Этой ложью он стремился обмануть Редакцию журнала «Геофизические процессы и биосфера». Поэтому я предложил опубликовать мою статью «Новая теория изменения инсоляции Земли за миллионы лет и морские изотопные стадии» [1] (см. Литературу внизу), с Комментариями Федорова В.М., и с моим ответом на них [2].

В моем ответе [2] ложь Федорова В.М. обличена. В этих Комментариях также изложена определенная философия, направленная на мистификацию науки, а не на установление реальных знаний об окружающем мире. Поэтому развенчанию этой философии была посвящена моя статья [3].

К.г.н. Федоров В.М., не только лжец и обманщик, но и известный фальсификатор науки. В своих бесчисленных статьях, по 10-15 в год в высокорейтинговых журналах, он выдвигает бессмысленные идеи, которые маскирует многочисленными литературными ссылками, извлеченными им из популярной литературы и Интернета. Я пишу это с сознанием дела, т.к. в нескольких его работах я глубоко разобрался, чтобы их рецензировать.

Ввиду многочисленности его работ по инсоляции редакции журналов привлекают Федорова В.М. к рецензии моих работ. Обращаюсь ко всем редакциям: Федоров В.М. – мошенник! Его рецензии дискредитируют ваши журналы!

Дополнение к Рецензенту 1

По всей видимости, Рецензент 1 – это к.г.н. Шейнкман В.С. Он также известный фальсификатор науки (см. п. 2.1. в [4]). Поэтому его ложные утверждения – это не исключения, а его метод научной деятельности.

Редакции

Сейчас во многих журналах требуется сообщать об отсутствии конфликта интересов. У этих рецензентов – конфликт интересов зашкаливает. Моя статья, раскрывающая механизмы долгопериодических изменений климата, становится препятствием для различных предположений, которыми можно еще долго засорять научные журналы. Именно этим рецензенты занимаются. Поэтому моя статья противоречит их интересам, и они любыми неправдами стремятся предотвратить ее публикацию.

Моя статья, как и все мои работы, является результатом тщательных и объемных исследований. В результате устанавливаются истины, которые со временем не изменятся. Здесь нет предположений и домыслов. Здесь установлено то, что реально существует в окружающем мире.

На протяжении двух веков шло развитие Астрономической теории изменения климата. Решением сложных задач в течение трех десятков лет я ее завершил. Эта теория определяет долгопериодические изменения климата. Эта статья обобщает не только мои исследования, но и исследования моих предшественников. Она предназначена для тех, кто занимается изменением климата. Показаны основные характеристики инсоляции, механизмы их влияния на климат, и связь инсоляции с палеоклиматом.

Поэтому ее рецензировать должны не фальсификаторы науки, а настоящие исследователи. Я думаю, что такие доктора наук как Васильчук Ю. К., Григорьев М.Н., Комаров И.А., Рогов В.В. и др. не опустятся на уровень фальсификаторов. Среди кандидатов наук также имеются серьезные исследователи: Гусев Е. А., Сизов О. С., Тумской В.Е. и др.

Прошу направить мою статью на рецензию таким ученым.

Литература

1. Смутьский И.И. Новая теория изменения инсоляции Земли за миллионы лет и морские изотопные стадии // Геофизические процессы и биосфера. 2020. Т. 19, No. 1. С. 96-121. <https://doi.org/10.21455/gpb2020.1-7>. <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/NwIEMIS08J.pdf>.
2. Смутьский И.И. Ответы на комментарии В.М. Федорова к статье И.И. Смутьского "Новая теория изменения инсоляции Земли за миллионы лет и морские изотопные стадии" // Геофизические процессы и биосфера. 2020. Т. 19, No. 1. С. 130-132. <https://doi.org/10.21455/GPB2020.1-9>. http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/09_GPB_2020_N1.pdf.
3. Смутьский И.И. Где наука - там меньше хаоса. Ответ на критические комментарии к статье // Школа Науки. 2022. № 1 (50). С. 25-34. DOI: 10.5281/zenodo.5914523. http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/SciNoChaos02_1D.pdf.
4. Смутьский И.И. По докладу о новой Астрономической теории изменения климата. Тюмень: Институт криосферы Земли, 2022 г., 9 с. <http://www.ikz.ru/~smulski/Papers/OtvDokld2.pdf>.

С уважением

10.07.2023 г.

И.И. Смутьский

14 июля 2023 г. я получил следующий ответ из редакции журнала.

Уважаемый Иосиф Иосифович!

Я прочитал Ваш ответ рецензентам, однако не думаю, что имело место их предвзятое отношение к Вам.

По Правилам журнала, если на статью получено две отрицательные рецензии, она отклоняется, а не рассылается вновь другим рецензентам.

С уважением

отв. секр. журнала В.Е. Тумской.

На это письмо я дал такой ответ.

Уважаемый Владимир Евгеньевич!

Представьте себе, что представителю правосудия Вы предоставляете свидетельства о том, что Вас или Ваших близких ограбили и совершили насильственные действия. Ваши свидетельства имеют такую же аргументацию, как и мои.

А представитель правосудия Вам отвечает: "Не думаю, что имело место предвзятое отношение к Вам и Вашим близким обвиняемых Вами лиц".

Это ужасно!

Но еще более ужасный Ваш поступок!

Такое деяние является преступлением, и оно враждебно человеческому обществу.

С уважением

18.07.2023 г.

И.И. Смутьский