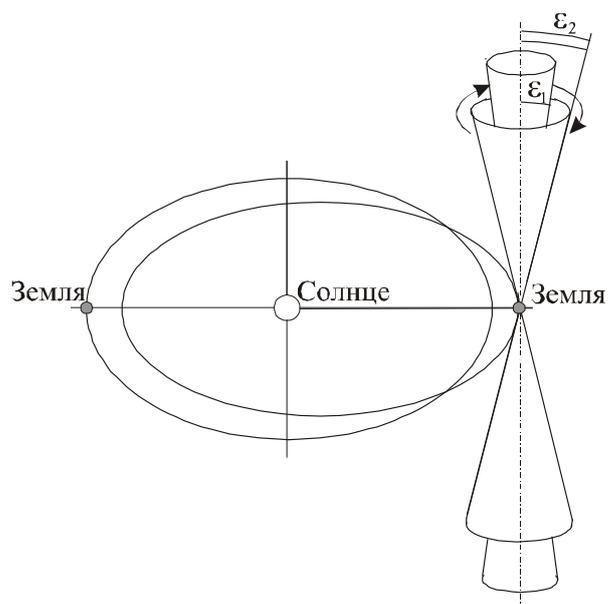


В. А. БОЛЬШАКОВ

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ



ОРБИТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ПАЛЕОКЛИМАТА

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. М.В. ЛОМОНОСОВА

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЛАБОРАТОРИЯ НОВЕЙШИХ ОТЛОЖЕНИЙ
И ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ПЛЕЙСТОЦЕНА

В.А. Большаков

НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ
ОРБИТАЛЬНОЙ
ТЕОРИИ ПАЛЕОКЛИМАТА

МОСКВА 2003

УДК 551.583.7:521.5

В.А. Большаков. Новая концепция орбитальной теории палеоклимата. М.: 2003, 256с.

Научный редактор: академик РАН К.Я. Кондратьев

Публикуется при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных

Исследований, проект № 01-05-64073

В книге рассмотрена эволюция орбитальной (астрономической) теории палеоклимата, развитие которой началось в первой половине XIX века и было направлено на объяснение существования в геологическом прошлом оледенений. Особое внимание уделено теориям Дж. Кролля (1875) и М. Миланковича (1939). Проведено сопоставление теории Миланковича, которая сейчас обычно отождествляется с астрономической теорией, с изотопно-кислородными данными по глубоководным осадкам. Обобщены противоречия с эмпирическими данными и выявлены основные недостатки (ошибки) теории Миланковича и его последователей. Предложена новая концепция орбитальной теории палеоклимата, учитывающая достоинства и недостатки теорий Дж. Кролля и М. Миланковича и позволяющая непротиворечиво, с единых позиций объяснить особенности климатических колебаний, характеризующихся орбитальными периодами (десятки – сотни тысяч лет) не только для плейстоцена, но и для всего фанерозоя. Новая концепция предлагается в качестве основы для развития новой версии орбитальной теории палеоклимата.

V.A. Bol'shakov. The new concept of the orbital theory of paleoclimate. Moscow. 2003

Scientific editor: Academician K.Ya. Kondratyev

The evolution of the orbital (astronomical) theory of paleoclimate is discussed. Special attention is given to J. Croll's (1875) and M. Milankovitch's (1939) theories. The main discrepancies between Milankovitch theory and empirical data are generalized and some essential drawbacks of the Milankovitch and his followers' theory are revealed. The new concept of the orbital theory is suggested. Notions developed in the framework of the new concept provide a systematic basis on which to explain the singularities of climate changes coupled to orbital periodicities during not only the Pleistocene, but the whole Phanerozoic. The new concept is supposed as a basis for the development of the new version of the orbital theory of paleoclimate

© В.А. Большаков

ISBN 5-85941-076-X

ПРЕДИСЛОВИЕ

Орбитальная (астрономическая) теория палеоклимата во многом уникальна. Прежде всего это обусловлено тем, что она многодисциплинарна – ее развитие основано на достижениях астрономии, математики, физики, геологии, геофизики, палеогеографии. Гипотеза о связи вариаций орбитальных элементов Земли (характеризующих ее положение в пространстве при движении вокруг Солнца) с глобальными климатическими изменениями высказана более 160 лет назад, однако свое эмпирическое подтверждение эта гипотеза получила лишь спустя почти 125 лет. Многие поколения ученых внесли вклад в развитие орбитальной теории, тем не менее, до сих пор остаются нерешенными ряд важных проблем, т.е. создание теории продолжается и в настоящее время. Такой длительный путь развития стал одной из причин утери связи между теми, кто начинал создавать теорию и многими из тех, кто развивает ее сейчас. В результате разработка орбитальной теории несколько усложнилась.

Книга В.А. Большакова восполняет пробел, имеющийся в российской, да и в мировой литературе, относительно анализа эволюции орбитальной теории палеоклимата от первой половины XIX века до начала XXI столетия. Наиболее известная публикация [Imbrie, Imbrie, 1979], переведенная на русский язык в 1988 году, во-первых, не охватывает во многом противоречивого современного, включающего последние 25 лет, периода развития орбитальной теории, а, во-вторых, несколько идеализирует теорию М. Миланковича. В частности, поэтому у многих исследователей сложилось неадекватное представление как о роли известного сербского ученого в развитии орбитальной теории, так и о самой теории Миланковича.

Очевидно, что понимание причин и закономерностей глобальных изменений климата в геологическом прошлом необходимо для правильной интерпретации эволюции современного климата и создания прогнозов его будущего развития. Из приведенных в этой книге данных, например, следует, что предположение некоторых авторов об определяющем влиянии изменений концентрации углекислого газа на колебания

глобального климата в плейстоцене было даже менее убедительным, чем широко распространенное сейчас аналогичное предположение о его влиянии на изменения климата в будущем. Это обстоятельство, в частности, определяет актуальность темы, рассматриваемой в данной публикации.

В книге проведен критический анализ различных версий орбитальной теории, сделана попытка осмысления общей эволюции этой теории, с целью ее дальнейшего успешного развития. Характерно стремление автора обращаться непосредственно к первоисточникам (в книге много цитат), что позволяет читателю составить объективное мнение по обсуждаемым вопросам. Многочисленный критический анализ, научная дискуссия воспринимаются как естественный путь постижения истины посредством сопоставления различных эмпирических фактов и теоретических представлений, их объясняющих. Они противостоят нередко встречающемуся в последнее время замалчиванию и игнорированию точек зрения, отличающихся от мнений некоторых исследователей.

Надеюсь, что книга будет интересна широкому кругу читателей.

К.Я. Кондратьев, академик РАН.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность развития теории палеоклимата очевидна в связи с возрастающим воздействием человека на природную среду и необходимостью прогнозирования влияния этого воздействия, в частности, на глобальные климатические изменения. Сейчас в мире проводятся обширные и дорогостоящие исследования, связанные с созданием таких прогнозов, в первую очередь рассматривающих глобальные климатические последствия увеличения в атмосфере парниковых газов, и прежде всего двуокиси углерода CO_2 . Проблема получила даже политическую окраску. Это связано с тем, что большинство исследователей считает, что увеличение CO_2 приведет к катастрофическим последствиям из-за резкого потепления, таяния ледников и затопления огромных пространств суши, по некоторым прогнозам, в течение ближайших 50-100 лет.

Тем не менее, значительное количество ученых отрицает столь сильное влияние увеличения концентрации парниковых газов на климат Земли. Не вдаваясь в детали различий двух указанных точек зрения (отражённых, например, в книге [Добровольский, 2002]), отмечу общий, на мой взгляд, их недостаток. И та, и другая точки зрения не опираются на корректно установленную роль вариаций CO_2 в процессе глобальных изменений недавнего геологического прошлого – оледенений и межледниковий четвертичного периода, которая была бы определена в рамках адекватного сценария этих изменений. Помимо этого, рассматривая проблему CO_2 , необходимо помнить как о сложной природе самого парникового эффекта, так и об огромной сложности и многообразии внутренних и внешних связей в глобальной климатической системе, не позволяющих пока получить надежный прогноз климатических изменений на ближайшие 50-100 лет [Кондратьев, 1992; Борисенков, Кондратьев, 1988].

Естественно считать, что развитие более короткопериодных природных циклов, происходящих на фоне изменений, связанных с длиннопериодными циклами, будет хотя

бы частично определяться последними. Поэтому известный тезис о том, что изучение прошлого помогает лучше понять настоящее и делать наиболее обоснованные прогнозы будущего развития, является убедительным. Применение этого тезиса к изучению глобальных колебаний климатов плейстоцена означает, что на фоне более длиннопериодных, 100- и 41-тысячелетних колебаний, связываемых с вариациями эксцентриситета и наклона земной оси, происходят прецессионные 23-тысячелетние колебания, которые в разной степени модулируются более длиннопериодными. Далее, тысячелетние климатические изменения происходят на фоне 20- – 100-тысячелетних, а вековые колебания, в свою очередь – на фоне тысячелетних. Поэтому при разработке глобальных климатических прогнозов необходимо знать природу, механизм длиннопериодных климатических изменений плейстоцена. А такое знание дает только хорошо развитая, корректная теория палеоклимата четвертичного периода. Сказанное образно и емко отражено в словах Леонардо да Винчи, который, считая опыт основой познания, тем не менее, отмечал: «Кто, увлекаясь практикой, пренебрегает теорией, походит на мореплавателя, который пускается в путь без руля и компаса и никогда не знает, куда он плывет».

К сожалению, несмотря на то, что накоплен огромный фактический материал по палеогеографии и геологии четвертичного периода, приходится констатировать, что современные исследователи климата не имеют надежного компаса, т.е. корректной теории палеоклимата. Поэтому прогнозы климатических изменений сильно отличаются друг от друга, иногда даже у одних и тех же авторов, которые сначала могут сделать вывод о грядущем в ближайшем будущем оледенении, а немного погодя – о катастрофическом потеплении, грозящем всему живому на Земле. Конечно, такие прогнозы – находка для занятых поисками сенсаций журналистов.

Что же касается развития теории палеоклимата плейстоцена, то необходимо признать, что наиболее общепринятая астрономическая теория палеоклимата, которая отождествляется с теорией известного сербского ученого М. Миланковича, имеет серьезные противоречия с эмпирическими данными и потому не может считаться верной. Попытки дальнейшей модификации этой теории, хотя и привели к ряду важных и полезных результатов и

выводов, не разрешили ее главных противоречий. Данное обстоятельство и обусловило необходимость разработки новой концепции астрономической, а точнее орбитальной, теории палеоклимата, отличной от концепций других исследователей и согласующейся, в основном, с известными на сегодняшний день эмпирическими данными. Подчеркну, что речь идет именно о концепции – т.е. о главных идеях, положениях, которые могли бы стать в будущем основой для развития математически и физически корректной новой орбитальной теории палеоклимата.

Настоящая публикация является, с одной стороны, подведением итогов 6-летнего периода работы автора по развитию новой концепции орбитальной теории палеоклимата, начатой в 1997 году; с другой стороны, она является и формой отчета по гранту РФФИ № 01-05-64073, позволившему значительно интенсифицировать исследования. Основными исполнителями по гранту были А. А. Величко, А. Г. Гамбурцев и А. Г. Прудковский.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И БЛАГОДАРНОСТИ

Решение написать эту книгу в новой для меня научной области, связанной с орбитальной (астрономической) теорией палеоклимата, вызревало по мере всё большего ознакомления с соответствующими литературными источниками и увлечения этой теорией. Количество публикаций по данной теме (в основном зарубежных) огромно и я смог проанализировать лишь небольшую их часть. Тем не менее, указанную часть публикаций можно считать довольно представительной, поскольку авторами рассмотренных публикаций являются такие известные и авторитетные специалисты в области развития орбитальной теории палеоклимата и её сопоставления с эмпирическими данными, как Дж. Имбри (J. Imbrie), Н. Шеклтон (N. Shackleton), А. Берже (A. Berger) и другие. Разумеется, ознакомился я и с работами Дж. Кролля (Croll, 1875) и М. Миланковича [1939], которые внесли наибольший вклад в развитие этой поразительной воображение теории.

Однако ещё в увлекательной книге Дж. и К.П. Имбри [1988] (в замечательном переводе М.Г. Гросвальда) я увидел противоречия и некоторую тенденциозность изложения. Аналогичные особенности были отмечены в публикациях многих других авторов, абсолютизирующих теорию Миланковича и его вклад в развитие астрономической теории палеоклимата. Моё мнение ещё больше укрепилось, когда я обратился к первоисточникам [Croll, 1875; Миланкович, 1939] и проанализировал объективную критику теории М. Миланковича со стороны М. Шварцбаха [1955], К. К. Маркова [Марков, Величко, 1967] и других исследователей.

Объективная и конструктивная критика – очень действенный инструмент развития научного знания. Однако необходимо отметить и необъективную критику астрономической теории. Например, в публикации [Маракушев, 1999, с.143] отмечен такой «недостаток» этой теории: «Однако сложные вариации температурного режима на поверхности Земли не

укладываются в эти (орбитальные – В.Б.) периодичности и требуют иных подходов к их объяснению (“beyond Milankovitch”) [134, с.70]. Это особенно подчёркивалось в работе [32], в которой привлекается внимание к частой ритмичности резких похолоданий, определяемой годами, а не десятками и сотнями лет». Какое отношение имеет орбитальная теория, оперирующая периодами изменения инсоляции в *десятки и сотни тысяч лет*, к годовой или даже столетней ритмичности похолоданий, автор не объясняет. Однако эта «критика» позволяет ему вновь вернуться к характеризуемым *орбитальными* периодами оледенениям (которые наиболее логично объясняются как раз орбитальной теорией), чтобы сделать следующие безапелляционные выводы [Маракушев, 1999, с. 144]: «Великие оледенения Земли, повторяющиеся периодически, несомненно, были обусловлены факторами внутреннего развития Земли» и «Другая особенность атмосферы Земли в ледниковые периоды – её запыленность – имеет, несомненно, вулканическую природу». Тем не менее, эти высказывания остались только декларацией, поскольку автор не затруднил себя объяснением проявлений орбитальных периодичностей в вариациях объёма льда и запылённости атмосферы посредством изменений эндогенной активности и вулканизма, обуславливающих, по его мнению, эти вариации.

Сопоставление новых эмпирических данных с палеоклиматическими выводами теории Миланковича привело к обнаружению существенных противоречий между теорией и эмпирикой. Отсюда сразу следовал логически неизбежный вывод: теория Миланковича неверна, поскольку она противоречит эмпирическим данным. Тем не менее, учитывая несомненные достоинства этой теории, необходимо было показать её *конкретные* недостатки, которые следовало учесть при последующем развитии теории палеоклимата. Такие недостатки в палеоклиматической части теории Миланковича были найдены. Затем был предложен способ устранения этих недостатков, выразившийся, в частности, в построении орбитально-климатической диаграммы. Сходство с эмпирическими данными этой диаграммы, полученной на основе самых общих и простых представлений о глобальном климатическом влиянии вариаций орбитальных элементов, оказалось неожиданно хорошим. Именно это сходство убедило меня в правильности орбитальной гипотезы

палеоклимата больше, чем знаменитая публикация [Haas et al., 1976]. И только после критического анализа сопоставления ОК диаграммы с различными палеоклиматическими записями я осознал огромное значение работы этих авторов, а также и её некоторые недостатки.

Проведенные исследования привели к необходимости разработки новой концепции орбитальной теории, отличной от концепций Дж. Кролля и М. Миланковича. Она была сформулирована в 2001 г. Новая концепция учитывает достоинства и недостатки теорий Кролля и Миланковича и позволяет, на основе единой системы взглядов, объяснять характеризуемые орбитальными периодами климатические колебания фанерозоя и по-новому интерпретировать полученные ранее эмпирические данные. Новая концепция позволяет освободиться и от основных противоречий (являющихся иногда даже противоречиями самим себе) последователей М. Миланковича, о которых много говорилось в книге.

Как и большинство работ, которые вступали в противоречие с устоявшимися, общепринятыми взглядами, мои публикации и доклады обычно встречали неприятие и подвергались критике. Однако критика ни разу не касалась главного в моей работе: противоречий и недостатков теории Миланковича и выводов, составляющих новую концепцию орбитальной теории палеоклимата. Замечания в основном сводились к общим словам о широком признании теории Миланковича, о физической обоснованности «механизмов Миланковича», которые не конкретизировались, и к второстепенным ремаркам. Тем не менее, это существенно усложняло публикацию моих статей (или препятствовало ей).

В результате дискуссий и появилась мысль о написании большой работы, в которой можно было бы учесть ремарки моих рецензентов и более объективно, на мой взгляд, отразить роль Дж. Кролля и М. Миланковича в разработке астрономической теории. Также я полагал, что обсуждение достоинств и недостатков теоретических версий обоих учёных поможет развеять широко представленные в публикациях наших современников некоторые мифы и заблуждения, связанные с теорией Миланковича.

Желание написать книгу ещё более укрепилось, когда я ознакомился с тем, как тема астрономической теории подаётся студентам. Так, на сайте

<http://www.ngdc.noaa.gov/paleo/milankovitch.html>,

предназначенного, в частности, для студентов и аспирантов, я прочитал следующее: **«Что есть теория Миланковича?** Миланковичская, или астрономическая теория изменений климата есть объяснение изменений сезонов, которые являются результатом изменений орбиты Земли вокруг Солнца. Теория названа по имени сербского астронома Милутина Миланковича, который вычислил медленные изменения земной орбиты посредством тщательных измерений положения звёзд и с помощью уравнений, учитывающих гравитационное воздействие других планет и звёзд. Он определил, что Земля «колеблется» на своей орбите...». Ни одна фраза здесь, включая то, что Миланкович якобы был астрономом, не соответствует действительности.

К сожалению, похожие сведения об астрономической теории встречаются и в публикациях российских специалистов. Например, в большом и содержащем много полезной информации учебнике «Климатология» [Дроздов и др. 1989, с. 499] приводятся такие сведения о вариациях орбитальных элементов. *О прецессии.* «Собственный период этого колебания составляет около 21 тыс. лет, но из-за возмущающего действия планет он сейчас около 26 тыс. лет. Влияние прецессии на климат минимальное как из-за малого периода колебаний, так и из-за компенсации более близкого положения Земли от Солнца более быстрым её движением».

Об угле наклона земной оси. «...При возрастании угла годовые различия в приходе солнечной радиации между полюсом и экватором уменьшаются, меняется и форма земной орбиты – её эксцентриситет (e)...Приток радиации за год на каждой широте зависит от ϵ , но не зависит от P (долгота перигелия – В.Б.) и e . Однако их колебания имеют особое значение для высоких широт, где разница инсоляции по сезонам очень велика, а её поглощение из-за большого альбедо зимой ничтожно. Поэтому там имеет преимущественное значение приток радиации в тёплое время года». Мне трудно представить, где авторы почерпнули такие в

основном неверные сведения об орбитальных элементах и их климатическом влиянии. А за студентов – будущее державы – обидно.

Предполагаю, что в моей книге также будут обнаружены недостатки, например, связанные с обсуждением палеоклиматических моделей – мои знания в этой области особенно скудны. Однако я не мог обойти молчанием эти вопросы, поэтому старался касаться лишь общих, качественных и достаточно очевидных, на мой взгляд, проблем, таких как качественное рассмотрение механизмов обратных связей, учёт структуры инсоляционных сигналов, причинно-следственные связи между различными факторами климатического воздействия.

Все перечисленные вопросы важны и при разработке глобального климатического прогноза, который будет более достоверным, если будет опираться на корректно разработанный сценарий глобальных климатических изменений прошлого [Величко, 2002]. Поэтому, оценивая, например, глобальное влияние изменений концентрации CO_2 , необходимо помнить, что глобальные изменения климата в прошлом были связаны не только с вариациями CO_2 , но и с изменениями альбедо земной поверхности, циркуляции атмосферы и гидросферы, уровня океана и испарения с его поверхности и с другими факторами, определяющими климатическое состояние планеты. Насколько я понимаю, определить достаточно точно влияние этих факторов по отдельности – чрезвычайно сложная задача.

В завершение хочу обратить внимание на ещё одно, следующее и из моей работы, заключение общего плана, о котором я не писал в разделе 5.3. Это заключение известно довольно давно, однако не теряет своей актуальности. Оно состоит в том, что использование сложных математических выкладок при моделировании эффективно лишь тогда, когда в основе модели заложены корректные физические механизмы. Такое заключение подтверждается итогами развития теории М. Миланковича и модификации теории его последователями, многие из которых забыли об основных, общих механизмах глобальных изменений в рамках орбитальной гипотезы, стремясь поскорее объяснить новые эмпирические данные. По сути, данная книга и является попыткой вернуться к основам, установить эти общие механизмы и дать

общий взгляд на проблему, рассматривая её в широких временных рамках – для всего фанерозоя – и стремясь определить специфику климатического влияния вариаций каждого орбитального элемента.

Как уже отмечалось, предложенная новая концепция является в то же время основой для разработки новой версии орбитальной теории палеоклимата. Пока в этом направлении сделаны лишь первые шаги. Очевидно, что для успешного развития орбитальной теории требуется участие специалистов в различных отраслях знания, которые включает в себя указанная теория. Также необходимо проведение дополнительных исследований, направленных как на получение и интерпретацию эмпирических данных, так и на разработку климатических моделей и механизмов обратных связей. Таким образом, поле деятельности для применения новой концепции весьма обширно.

Благодарности.

Выше уже говорилось о неприятии моих новых взглядов многими исследователями палеоклимата. В этих условиях мне было особенно важно почувствовать поддержку (в форме конструктивного замечания, одобрения, нового предложения, консультации) моей работы, и такая поддержка была мне оказана. К сожалению, некоторых из поддерживавших меня людей уже нет с нами, однако я не буду заключать в траурную рамку их фамилии.

Я особенно благодарен А.Л. Яншину, И.И. Краснову, А.П. Капице, К.Я. Кондратьеву, Е.В. Девяткину, А.А. Величко, В.М. Котлякову, М.Н. Алексееву, Е.Н. Былинскому, Э.А. Вангейгейм, А.Г. Гамбурцеву, В.Ф. Гелетию, Г.З.Гурарию, А.А. Косову, А.Н. Кренке, Т.И. Крыстеву, А.А. Лукашову, А.Ю. Митропольскому, Д.К. Нургалиеву, М.А. Певзнеру, Д.М. Печерскому, Е.Е. Талденковой, А.И. Хлыстову, А.Н. Храмову, В.В. Чазову.

Выражаю глубокую благодарность поддерживавшим меня коллегам по Лаборатории новейших отложений и палеогеографии плейстоцена и заведующему Лабораторией П.А. Каплину, всегда дававшему «зелёный свет» моим полемиическим публикациям.

Также сердечно благодарю коллективы редакций научных журналов «Физика Земли», «Известия РАН, сер. География», «Доклады Академии Наук», «Стратиграфия. Геологическая корреляция», принципиальная, конструктивная и доброжелательная атмосфера сотрудничества в которых способствовали улучшению содержания подготовленных к печати статей.

Как известно, в девяностых годах прошлого столетия обострилась проблема ознакомления с зарубежными научными литературными источниками. В этих условиях мне большую помощь оказали коллективы библиотек географического, геологического факультетов и ГАИШ МГУ, ОИФЗ РАН, ИФА РАН. Всем им и, в частности, Ю.Н. Куличковой, я глубоко признателен.

В период работы над темой понадобилась оперативная помощь медиков, позволившая мне сохранить практически прежнюю работоспособность. На всех уровнях, от районной и университетской поликлиник №185 и №202, до Комитета здравоохранения г. Москвы, мне встречались в основном компетентные и доброжелательные специалисты. Особенно я благодарен специалистам ИССХ им. А.Н. Бакулева и, отдельно, Р.М. Муратову и его операционной бригаде.

Особая роль в работе и написании этой книги принадлежит моему сыну, П.В. Большакову. Павел был моим первым слушателем и нелицеприятным критиком, первым соавтором по этой теме. Ему пришлось выполнять и обязанности послеоперационной сиделки, он и его коллеги по работе в ООО «Сообщество Эн-Би-Зэт» и ООО «Принтерс Клуб» оказывали мне и разнообразную техническую помощь. Я очень рад поблагодарить сына и его коллег.

Также выражаю глубокую признательность экспертам и сотрудникам РФФИ, поддержка которыми моего проекта стала для меня не только материальной, но и в не меньшей степени моральной, поддержкой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Авсюк Ю.Н.* Приливные силы и природные процессы. М.: ОИФЗ РАН. 1996. 188с.
- Баренбаум А.А., Ясаманов Н.А.* Проблема происхождения и эволюции Мирового океана в свете новых астрономических данных//Геология морей и океанов: Тезисы докладов XIV Междунар. школы морской геологии. Т.1. М.:ГЕОС. 2001. с.18-19
- Большаков В.А.* Использование методов магнетизма горных пород при изучении новейших отложений. М.: ГЕОС. 1996. 192 с.
- Большаков В.А.* Палеоклиматическая теория М.Миланковича: некоторые проблемы и возможные пути их разрешения. // Вестник МГУ. География. 1998. №5 С.68 Деп. ВИНТИ №2299 от 20.07.98. 18 с.
- Большаков В.А.* О глубине фиксации палеомагнитной записи и климатостратиграфическом положении инверсии Матуяма-Брюнес в глубоководных осадках//Физика Земли. 1999. №6. С.93-96
- Большаков В.А.* Теория М.Миланковича – новая концепция.//Известия РАН. Сер. Географическая. 2000а. №1 С.20-30
- Большаков В.А.* Новая концепция астрономической теории палеоклимата// Проблемы палеогеографии и стратиграфии плейстоцена. М.: Изд-во Моск. Ун-та. 2000б. С.35-69
- Большаков В.А.* Новый способ построения диаграммы палеоклиматических изменений плейстоцена//Доклады АН. География. 2000в. Т.374. №.5. С.692-695.
- Большаков В.А.* Орбитально-климатическая диаграмма как основа сопоставления палеоклиматических записей плейстоцена. //Доклады АН. География. 2001а. Т.378. №.5. С.675-678
- Большаков В.А.* Новая концепция астрономической теории палеоклимата: шаг вперед, после двух шагов назад//Физика Земли. 2001б. №11 С.50-61
- Большаков В.А.* Данные магнитных исследований пород лессовой формации, их интерпретация и прикладное использование //Физика Земли. 2001в. №8 С.86-96
- Большаков В.А.* Некоторые вопросы использования физических методов при изучении четвертичного периода //Физика Земли. 2002. №7 С.84-96

- Большаков В.А.* Новый способ хронометрирования изотопно-кислородных записей колонок глубоководных осадков//Доклады АН. 2003. Т.388. №1. С.105-108
- Большаков В.А., Большаков П.В.* Астрономическая теория палеоклимата – новая концепция //Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1999. Т.7. №6. С.3-13
- Большаков В.А., Гамбурцев А.Г.* Астрономическая теория палеоклимата: отражение цикличности вариаций орбитальных параметров Земли в глобальных климатических колебаниях плейстоцена//Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т.3. М.: Янус-К 2002. С.309-316
- Борисенков Е.П., Кондратьев К.Я.* Круговорот углерода и климат. Л-д.: Гидрометеиздат. 1988. 319 с.
- Боуэн Д.* Четвертичная геология. М.: Мир, 1981. 272 с
- Боуэн Р.* Палеотемпературный анализ. Л-д.: Недра, 1969. 207 с.
- Брокер У. Дентон Дж.* В чём причина оледенений?//В мире науки. 1990. №3 С. 31-39
- Брукс К.* Климаты прошлого. М.: ИЛ, 1952. 357 с.
- Будыко М.И.* Проблемы изучения энергетического баланса Земли// Физическая и динамическая климатология. Труды симпозиума по физической и динамической климатологии. Л-д.: Гидрометеиздат. 1974 С.12-26
- Будыко М.И.* Глобальная экология. М.: Мысль. 1977. 327 с.
- Будыко М.И., Васищева М.А.* Влияние астрономических факторов на четвертичные оледенения//Метеорология и гидрология. 1971. №6. С.37-46
- Будыко М.И., Ронов А.Б., Яншин А.Л.* История атмосферы. Л.: Гидрометеиздат. 1985. 207 с.
- Ван Вурком А. Я. Я.* Астрономическая теория изменений климата //Изменения климата. Ред. Х. Шепли. М.: ИЛ. 1958 с. 168-178
- Величко А.А.* Долгопериодные изменения климата; палеоклиматы эпох глобального потепления, близкого к ожидаемому в XXI веке//Глобальные изменения климата и их последствия для России. М.:Региональная общественная организация учёных по проблемам прикладной геофизики. 2002. С.107-136
- Гамбурцев А.Г., Александров С.И., Беляков А.С.* Атлас временных вариаций природных процессов. Порядок и хаос в литосфере и других сферах. М.: ОИФЗ РАН. 1994. Т.1. с.176

- Девяткин Е.В.* Меридиональный анализ экосистем плейстоцена Азии (основные проблемы) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 1993. Т.1. №4. С.77-83
- Добровольский С.Г.* Климатические изменения в системе «гидросфера-атмосфера» М.: ГЕОС, 2002. 232 с.
- Додонов А.Е.* Четвертичный период Средней Азии: стратиграфия, корреляция, палеогеография. М.: ГЕОС. 2002. 250 с. (Тр. ГИН РАН; вып. 546)
- Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В. и др.* Климатология. Л-д.: Гидрометеиздат. 1989. 568 с.
- Жемчужников Ю.А.* Сезонная слоистость и периодичность осадконакопления// Труды Геол. Ин-та. 1963. Вып.86. 72 с
- Имбри Дж. Имбри К.П.* Тайны ледниковых эпох М.: Прогресс, 1988. 264 с.
- Каплин П.А. Селиванов А.О.* Изменения уровня морей России и развитие берегов: прошлое, настоящее, будущее. М.: ГЕОС. 1999. 299 с.
- Кови К.* Орбита Земли и ледниковые эпохи// В мире науки. 1984. № 4 С. 26-35
- Кондратьев К.Я.* Глобальный климат. СПб.: Наука, С.-Петербургское отделение, 1992. 359 с.
- Косов А. А.* К вопросу о палеоклиматических циклах Миланковича// Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2003. Т. 11. № 3. С. 104-112
- Котляков В.М., Лориус К.* Четыре климатических цикла по данным ледяного керна из глубокой скважины на станции Восток в Антарктиде //Известия АН. Сер. Географическая. 2000 №1. С.7-19
- Кропоткин П.А.* Исследования о ледниковом периоде С.-Петербург. 1876
- Кузьмин М.И., Кербер Е.Б., Карбанов Е.Б., Гелетий В.Ф.* Вариации климата позднего кайнозоя, установленные по осадкам озера Байкал//Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т.3. М.: Янус-К 2002. С.305-309
- Маракушев А.А.* Происхождение Земли и природа её эндогенной активности. М.: Наука. 1999. 255с.
- Марков К.К.* Избранные труды. Палеогеография и новейшие отложения. М.: Наука, 1986. 280 с.

- Марков К.К., Величко А.А.* Четвертичный период. М.: Недра, 1967. 440 с.
- Миланкович М.* Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М.-Л-д.: ГОНТИ. 1939. 207 с.
- Монин АС.* Введение в теорию климата. Л-д.: Гидрометеиздат. 1982 246с
- Монин А.С. Шишков Ю.А.* История климата. Л-д.: Гидрометеиздат. 1979 407 с.
- Пахомов М.М.* Новые данные к палеогеографии лессово-почвенной серии Средней Азии // ДАН СССР. 1983. Т.27. С.967-972
- Раоддиден У. Куцбах Дж.* Воздымание плато и изменение климата//В мире науки. 1991. №5. С. 34-42
- Сергин В. Я., Сергин С. Я.* Как возникали оледенения Земли. //Природа. 1969. №9 С.10-17
- Сергин В.Я., Сергин С.Я.* Системный анализ проблемы больших колебаний климата и оледенения Земли Л-д.: Гидрометеиздат. 1978. 279 с.
- Сергин С.Я* Исследование динамики колебаний климата и оледенения на протяжении четвертичного периода//Изв. АН СССР. Сер. Географическая. 1968. №6. С.88-98
- Сорохтин О.Г.* Парниковый эффект: миф и реальность// Вестник РАЕН, 2001. Т.1 №1. С.8-21
- Уиллет Х.* Циркуляция атмосферы и океана как фактор изменений климата в ледниковые и межледниковые периоды//Изменение климата, сб. ст. под ред. Х. Шепли. М.: ИЛ. 1958. С.69-90
- Ферронский В.И., Поляков В.А.* Изотопия гидросферы. М.: Наука. 277 с.
- Флон Г.* Основы геофизической модели оледенений//Изменения климата. Дж. Гриббин, ред. Л-д.: Гидрометеиздат. 1980. С.331-356
- Чистяков В.Ф.* Солнечные циклы и колебания климата. Владивосток.: Дальнаука, 1997. 156с.
- Чумаков Н.М.* Главные ледниковые события прошлого и их геологическое значение //Изв. АН СССР, сер. Геология. 1984. №7.с. 35-53
- Чумаков Н.М.* Периодичность главных ледниковых событий и их корреляция с эндогенной активностью Земли //Доклады Академии Наук. 2001. Т.378. №5. с. 656-659

- Шараф Ш.Г. Будникова Н.А.* О вековых изменениях элементов орбиты Земли, влияющих на климаты геологического прошлого// Бюллетень института теоретической астрономии. 1967. Т.11. №4. С.231-261
- Шараф Ш.Г. Будникова Н.А.* Вековые изменения элементов орбиты Земли и астрономическая теория колебаний климата. //Труды института теоретической астрономии. 1969. Вып.14. С.48-84
- Шварцбах М.* Климаты прошлого. Введение в палеоклиматологию. М.: ИЛ. 1955 283 с.
- Шепли Х.* Климат и жизнь//Изменение климата, сб. ст. под ред. Х. Шепли. М.: ИЛ. 1958. С.13-26
- Adhemar. J.* Revolutions de la mer. 1842. Paris
- Agassiz L.* Etudes sur les glaciers. 1840. Neuchâtel
- Aksu A., de Vernal A., Mudie P.* High-resolution foraminifer, and stable isotopic records of upper Pleistocene sediments from the Labrador sea: paleoclimatic and paleoceanographic trends//Proceedings of the ocean drilling program, Scientific results. V.105 P.617-652
- Arslanov Kh. A., Saveljeva L. A., Gey N. A., et al.* Chronology of vegetation and paleoclimate stages of northwestern Russia during the late glacial and holocene//Radiocarbon. 1999. V. 41. P. 25-45
- Arthur M., Dean W., Bottjer D., Scholle P.* Rhythmic bedding in Mesozoic-Cenozoic pelagic carbonate sequence: the primary and diagenetic origin of Milankovitch-like cycles// in: Milankovitch and Climate, A. Berger et al. Eds. Reidel. Dordrecht. 1984. P.191-222
- Barron E., Arthur M., Kauffman E.* Cretaceous rhythmic bedding sequence: a plausible link between orbital variations and climate//Earth Planet. Sci. Lett. 1985 V.72. P.327-340
- Bassinot F.C., Labeyrie L.D., Vincent E., et al.* The astronomical theory of climate and the age of the Brunhes-Matuyama magnetic reversal// Earth Planet. Sci. Lett. 1994. V.126, P.91-108
- Berger A.* Support for the astronomical theory of climatic change// Nature 1977. V. 269. P 44-45
- Berger A.* Theorie astronomique des paleoclimate, une nouvelle approche. // Bull. Soc. Belge Geologie. 1978a. V.87. P.9-25
- Berger A.* Long-term variation of caloric insolation resulting from the Earth's orbital elements.//Quat. Res. 1978b. V.9. P.139-167
- Berger A.* Long-term variations of daily insolation and Quaternary climatic changes//J. Atmos. Sci. 1978c. V.35 No.12. P.2362-2367

- Berger A.* The Milankovitch astronomical theory of paleoclimates: a modern review//*Vistas Astron.* 1980. V. 24. P. 103-122
- Berger A.* Milankovitch theory and climate. //Revs. of Geophysics. 1988. V.26 P.624-657
- Berger A., Loutre M.F.* Insolation values for the climate of the last 10 million years// *Quat. Sci. Rev.* 1991. V.10. P.297-317
- Berger A., Loutre M.* Astronomical solutions for paleoclimate studies over the last 3 million years// *Earth Planet. Sci. Lett.* 1992. V. 111. P. 369-382
- Berger A., Loutre M., Gallee H.* Sensitivity of the LLN climate model to the astronomical and CO₂ forcings over the last 200 ky// *Climate Dynamics.* 1998. V. 14. P. 615-629
- Berger A., Loutre M., Laskar J.* Stability of the astronomical frequencies over the Earth's history for paleoclimate studies//*Science* 1992. V. 255. P.560-566
- Berger A., Li X., Loutre M.* Modelling northern hemisphere ice volume over the last 3 Ma//*Quat. Sci. Rev.* 1999. V. 18. P. 1-11
- Berger W.H.* The 100-kyr ice-age cycle: internal oscillation or inclinational forcing? //*Int. Journ. Earth Sciences.* 1999. V. 88. P.305-316
- Berger W., Bickert T., Schmidt H., Wefer G., Takayama T.* Quaternary time scale for the Ontong Java Plateau: Milankovitch template for ocean Drilling Program Site 806// *Geology* 1994. V.22. P.463-467
- Berger W., Bickert T., Schmidt H., Wefer G.* Brunhes-Matuyama boundary: 790 k.y. date consistent with ODP Leg 130 oxygen isotope records based on fit to Milankovitch template//*Geophys. Res. Lett.* 1995. V.22. P.1525-1528
- Birchfield G., Weertman J.* A note on the spectral response of a model continental ice sheet//*J. Geophys. Res.* 1978. V.83. No.C8. P.4123-4125
- Birchfield G., Weertman J.* A model study of the role of variable ice albedo in the climate response of the Earth to orbital variations//*Icarus.* 1982. V.50 P.462-472
- Blunier T., Chappelaz J., Schwander J. et al.,* Asynchrony of Antarctic and Greenland climate change during the last glacial period//*Nature.* 1998. V.394. P.739-743
- Bol'shakov V. A.* Modern climatic data for the Pleistocene: Implications for a new concept of the orbital theory of paleoclimate//*Russian Journal*

of Earth Sciences, 2003. V.5. No.2, P. 125-143 (online version: <http://rjes.wdcb.ru/v05/TJE03116/TJE03116.htm>)

Broecker W.S. and Denton G.H. The role of ocean-atmosphere reorganizations in glacial cycles. // *Geochim. et Cosmochim. Acta.* 1989. V.53. P.2465-2501.

Broecker W., Ku T. Caribbean cores P6304-8 and P6304-9: new analysis of absolute chronology.// *Science.* 1969. V. 166. P. 404-406

Broecker W., Van Donk J. Insolation changes, ice volumes, and the ^{18}O record in deep-sea cores. // *Reviews of Geophys. and Space Phys.* 1970 V.8. P.169-198.

Broecker W., Thurber D., Goddard J. et al., Milankovitch hypothesis supported by precise dating of coral reefs and deep-sea sediments// *Science.* 1968. V. 159 P. 1-4

Calder N. Arithmetic of ice ages//*Nature.* 1974. V. 252. P. 216-218

Channel J., Freeman R., Heller F., Lowrie W. Timing of diagenetic haematite grown in red pelagic limestones from Gubbio (Italy) // *Earth Planet. Sci. Lett.* 1982. V.58. P.189-201

Clark P., Pollard D. Origin of the middle Pleistocene transition by ice sheet erosion of regolith//*Paleoceanography.* 1998. V. 13. P. 1-9

Clark P., Alley R., Pollard D. 1999. Northern Hemisphere ice-sheet influences on Global Climate Change.// *Science.* 286, 1104-1111

Clemens S., Prell W. Late Quaternary forcing of Indian Ocean summer-monsoon winds: a comparison of Fourier model and General Circulation Model results// *J. of Geophys. Res.* 1991. V.96. N.D12. P.22,683-22,700

Croll J. Climate and time in their geological relations: a theory of secular changes of the Earth's climate. London. Edward Stanford. 1875. 577pp

Dansgaard W., Tauber H. Glacier oxygen-18 content and Pleistocene ocean temperatures// *Science.* 1969. V. 166. P. 499-502

Dansgaard W., Johnsen S., Clausen H. et al., Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record//*Nature.* 1993. V.364. P.218-220

Dean W., Gardner J., Cerec P. Tertiary carbonate-dissolution cycles on the Sierra Leone rise, eastern equatorial Atlantic ocean//*Marine Geology.* 1981. V.39. P.81 – 101

deMenocal P.B., Ruddiman W.F., Kent D.V. Depth of post-depositional remanence acquisition in deep-sea sediments: a case study of the

Brunhes-Matuyama reversal and oxygen isotopic Stage 19.1 //Earth and Planet. Sci. Letters. 1990. V.99. P.1-13

Elkibbi M., Rial J. An outsider's review of the astronomical theory of the climate: is the eccentricity-driven insolation the main driver of the ice ages?//Earth-Science Reviews. 2001. V. 56 P. 161-177

Emiliani C. Pleistocene temperatures //J. of Geology. 1955. V. 63. p. 538-578

Emiliani C. Quaternary Hypsithermals //Quaternary Research. 1972 V. 2. p. 270-273

Emiliani C., Rona E. Caribbean cores P6304-8 and P6304-9: new analysis of absolute chronology. A reply// Science. 1969. V. 166. P. 155

Emiliani C., Shackleton N. The Brunhes epoch: isotopic paleotemperatures and geochronology// Science. 1974. V. 183. P. 511-514

ESF Communications. (The journal of the European Science Foundation) 2002. N 44. P.5-6

Evans D., Freeland H. Variations in the Earth's orbit: pacemaker of the ice ages?// Science. 1977. V. 198. P. 528-529

Fairbridge R. Climatology of a glacial cycle //Quatern. Research. 1972. V. 2 p. 283-302

Farley K. Cenozoic variation in the flux of interplanetary dust recorded by ³He in a deep-sea sediment//Nature. 1995. V. 376. P.153

Farley K., Patterson D. A 100-kyr periodicity in the flux of extraterrestrial ³He to the sea floor//Nature. 1995. V. 378. P. 600-603

Gallee H., van Ypersele J., Fichefet T., Tricot C., Berger A. Simulation of the last glacial cycle by a coupled, stochastically averaged climate-ice sheet model, 1. The climate model//J. Geophys. Res. 1991. V. 96. P. 13139-13161

Gallee H., van Ypersele J., Fichefet T., Marsiat I., Tricot C., Berger A. Simulation of the last glacial cycle by a coupled, sectorally averaged climate-ice-sheet model. II. Response to insolation and CO₂ variation//J. Geophys. Res. 1992. V. 97(D14). P.15713-15740

Geikie A. The great ice age and its relation to the antiquity of man. London.: Trubner. 1874. 575 p.

GRIP Members. Climate instability during the last interglacial period recorded in the GRIP ice core//Nature. 1993. V.364. P.203-207

Hagelberg T., Pisias N., Elgar S. Linear and nonlinear couplings between orbital forcing and the marine $\delta^{18}\text{O}$ record during the Late Neogene//Paleoceanography. 1991 V.6. p. 729-746

Hays J.D. Imbrie J. and Shackleton N. Variation in the Earth's orbit: Pacemaker of the ice ages // Science. 1976. V.194. P.1121-1132

Heckel P.H. Sea-level curve for Pennsylvanian eustatic marine transgressive-regressive depositional cycles along midcontinent outcrop belt, North America.//Geology. 1986. V.14. P.330-334

Heller F., Liu T. Magnetostratigraphical dating of loess deposits in China// Nature. 1982. V.300. P.431-433

Heller F., Liu T. Magnetism of Chinese loess deposits // Geophys. J. R. Astr. Soc. 1984. V.77. P.125-141

Herbert T., Fisher A. Milankovitch climatic origin of mid-Cretaceous black shale rhythms in central Italy//Nature. 1986. V.321. P.739-743

Hilgen F. Astronomical calibration of Gauss to Matuyama sapropels in the Mediterranean and implication for the geomagnetic polarity time scale//Earth and Planet. Sci. Letters. 1991. V. 104. P.226-244

Hilgen F., Langereis C. Periodicities of CaCO_3 cycles in the Pliocene of Sicily: discrepancies with the quasi-periodicities of the Earth's orbital cycles// Terra Nova. 1989. V. 1. P. 409-415

Imbrie J. Astronomical theory of the Pleistocene Ice Ages: a brief historical review // Icarus. 1982. V. 50. P. 408-422

Imbrie J., Berger A., Boyle E., Clemens S., Duffy A., Howard W., Kukla G., Kutzbach J., Martinson D., McIntyre A., Mix A., Molfino B., Morley J., Peterson L., Pisias N., Prell W., Raymo M., Shackleton N., Toggweiler J. On the structure and origin of major glaciation cycles. 2.The 100,000-year cycle// Paleoceanography 1993. V. 8, P. 699-735

Imbrie J., Boyle E, Clemens S. et al., On the structure and origin of major glaciation cycles. 1. Linear responses to Milankovitch forcing// Paleoceanography 1992. V. 7, P. 701-738

Imbrie J., Hays J, Martinson D. et al. The orbital theory of Pleistocene climate: support from a revised chronology of the marine $\delta^{18}\text{O}$ record // in: Milankovitch and Climate, NATO ASI Ser. C. 126. A.L.Berger et al. Eds. Reidel. Dordrecht. 1984. P.269-305

Imbrie J., Imbrie J.Z. Modelling the climatic response to orbital variations. // Science. 1980. V.207. P.943-953

Imbrie J., Kipp N. A new micropaleontological method for quantitative paleoclimatology: application to a Late Pleistocene Caribbean core// in:

Late Cenozoic glacial ages, (Turekian K., ed.) Yale Univ. Press, New Haven. P. 71-181

Johnson R.J. Brunhes-Matuyama magnetic reversal at 790,000 yr. B.P. by marine-astronomical correlations. // *Quatern. Res.* 1982. V.17. P.135-147

Kent D., Olsen P. and Witte W. Late Triassic-earliest Jurassic geomagnetic polarity sequence and paleolatitudes from drill cores in the Newark rift basin, eastern North America//*J. of Geophys. Res.* 1995. V.100. P.14,965-14,998

Kominz M., Pisias N. Pleistocene climate: deterministic or stochastic? //*Science.* 1979. V.204. P.171-173

Kukla G. Correlation between loesses and deep-sea sediments//*Geol. For. Stockholm Forh.* 1970. V.92. P. 148-180

Kukla G. Missing link between Milankovitch and climate//*Nature.* 1975. V. 253. P. 600-603

Kukla G. Revival of Milankovitch//*Nature.* 1976. V. 261. P.11

Kukla G., Kukla H. Insolation regime of interglacials//*Quat. Res.* 1972. V.2. P.412-424

Kukla G., Heller F., Liu X. et al. Pleistocene climates in China dated by magnetic susceptibility // *Geology.* 1988. V.16. P.811-814

Kutzbach J., Street-Perrot F. Milankovitch forcing of fluctuations in the level of tropical lakes from 18 to 0 kyr BP//*Nature.* 1985. V. 317. P. 130-134

Laskar J., Joutel F., and Boudin F. Orbital, precessional, and insolation quantities for the Earth from -20 Myr to +10 Myr. //*Astron. Astrophys.* 1993. V.270. P.522-533

Le Treut H., Ghil M. Orbital forcing, climatic interaction, and glaciation cycles//*J. Geophys. Res.* 1983. V. 88. P. 5167-5190

Li X., Berger A., Loutre M. CO₂ and Northern Hemisphere ice volume variations over the middle and late Quaternary//*Climate Dyn.* 1998. V.14. P.537-544

Lorius C., Jouzel J., Ritz C., A 150,000-year climatic record from Antarctic ice//*Nature.* 1985. P.591-596

Loutre M., Berger A. No glacial-interglacial cycle in the ice volume simulated under a constant astronomical forcing and variable CO₂//*Geophys. Res. Lett.* 2000a. V. 27. No 6. P. 783-786

Loutre M., Berger A. Future climatic changes: are we entering an exceptionally long interglacial?//*Climatic change.* 2000b. V. 46 P. 61-90

Mankinen E., Dalrymple G. Revised geomagnetic polarity time scale for the interval 0-5 m.y. BP// *J. Geophys. Res.* 1979. V. 84. P. 615-626

Maslin, M., Haug G., Sarnthein, M., et al., Northwest Pacific site 882: the initiation of Northern Hemisphere glaciation//*Proc. ODP, Sci. Repts.*, 1995. College Station, TX (Ocean Drilling Project)

Mesolella K., Matthews W., Broecker W., Thruher D. The astronomical theory of climatic change: Barbados data//*Jour. Geol.* 1969. V. 77. P. 250-274

Milankovitch M. Astronomische Mittel zur Erforschung der erdgeschichtlichen Klimate. *Handbuch der Geophysik*, Bd. 9, Lfg. 3, 1938, p. 593-698

Milankovitch and Climate, NATO ASI Ser. C. 126. A.L.Berger et al. Eds. Reidel. Dordrecht. 1984.

Mix A., Pisias N., Rugh W., et al. Benthic foraminifer stable isotope record from site 849 (0-5 Ma): Local and global climate changes// Pisias N. et al. Eds. *Proc. Ocean Drill. Program Sci. Results.* 1995. V. 138. P. 371-412

Morley J., Hays J. Towards a high-resolution, global, deep-sea chronology for the last 750,000 years// *Earth Planet. Sci. Lett.* 1981. V. 53. P. 279-295

Mudelsee M., Schulz M. The Mid-Pleistocene climate transition: onset of the 100 ka cycle lags ice volume build-up by 280 ka//*Earth Planet. Sci. Letters.* 1997. V. 151. P. 117-123

Muller R. MacDonald G. Glacial cycles and orbital inclination. //*Nature.* 1995. V.377. P.107-108

Muller R. MacDonald G Simultaneous presence of orbital inclinations and eccentricity in proxy climate records from Ocean Drilling Program Site 806//*Geology.* 1997a. V. 25. P. 3-6

Muller R. MacDonald G. Glacial cycles and astronomical forcing. //*Science.* 1997b. V.277. P.215-218

Nicolis C. Stochastic aspects of climatic transitions – response to a periodic forcing //*Tellus.* 1982. V.34. p. 1-9

Oerlemans J. Model experiments on the 100,000-yr glacial cycle. //*Nature.* 1980. V.287 P.430-432

Oerlemans J. Glacial cycles and ice-sheet modeling//*Clim. Change.* 1982. V. 4. P. 353-374

Olsen P.E. A 40-Million-year lake record of Early Mesozoic orbital climatic forcing// *Science.* 1986. V.234. P. 842-848

Paillard D. The timing of Pleistocene glaciations from simple multiple-state climate model//*Nature*. 1998 V. 391. P. 378-381

Pecsi M. Neguedkor es loszkutatas. Budapest.: Acad. Kiado. 1993. 375 p.

Petit J, Jouzel J., Raynaud D. et al., Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica//*Nature*. 1999. V.399 P.429-436

Pisias N., Rea D. Late Pleistocene paleoclimatology of the central equatorial Pacific: sea surface response to the southeast trade winds//*Paleoceanography*. 1988. V. 3. P 21-27

Pisias N., Shackleton N. Modelling the global climate response to orbital forcing and atmospheric carbon dioxide changes// *Nature*. 1984. V. 310. P. 757-759

Pisias N., Dauphin J., Sancetta C. Spectral analysis of Late Pleistocene-Holocene sediments//*Quat. Res*. 1973. V. 3 P. 3-9

Pollard D. An investigation of the astronomical theory of ice ages using a simple climate-ice sheet model// *Nature*. 1978. V. 272. P. 233-235

Pollard D. A simple ice sheet model yields realistic 100 kyr glacial cycles. //*Nature*. 1982. V.296. P.334-338

Prell W., Kutzbach J. Monsoon Variability over the past 150,000 years. //*J. of Geophys. Res*. 1987. V.92. P.8411-8425

Prokopenko A., Karabanov E., Williams D., et al. Biogenic silica record of the lake Baikal response to climatic forcing during the Brunhes//*Quatern. Res*. 2001. V.55. P.123-132

Quinn T., Tremaine S., Duncan M. A three million year integration of the Earth's orbit// *Astronomical J*. 1991. V. 101 P. 2287-2303

Raymo M. The timing of major climate terminations//*Paleoceanography*. 1997. V. 12. No 4. P. 577-585

Rial, J. Pacemaking the Ice ages by frequency modulation of Earth's orbital eccentricity//*Science*, 1999. V. 285. P. 564-568

Rial J., Anaclerio C. Understanding nonlinear responses of the climate system to orbital forcing//*Quaternary Sci. Rev*. 2000. V. 19. P.1709-1722

Ridgwell A., Watson A., Raymo M. Is the spectral signature of the 100 kyr glacial cycle consistent with a Milankovitch origin?//*Paleoceanography*. V.14. N. 4. P. 437-440

Rosignol-Strick M. African monsoons, an immediate climate response to orbital insolation. //*Nature*. 1983. V.304. P.46-49

Ruddiman W.F., McIntyre A. Oceanic mechanisms for amplification of the 23,000-year ice-volume cycle//*Science*. 1981. V.212. P.617-627

Ruddiman W.F. Raymo M. and McIntyre A. Matuyama 41,000-year cycles: North Atlantic Ocean and northern hemisphere ice sheets //*Earth and Planet. Sci. Letters*. 1986. V.80 P.117-129

Saltzman B., Maash K. A first-order global model of late Cenozoic climatic change. II. Further analysis based on simplification of CO₂ dynamics// *Climate Dynamics*. 1991. V.5. P.201-210

Saltzman B., Verbitsky M. Late Pleistocene climatic trajectory in the phase space of global ice, ocean state, and CO₂: Observations and theory//*Paleoceanography*. 1994. V.9. No 6. P.767-779

Sarnthein M., Tiedemann R. Toward a high-resolution stable isotope stratigraphy of the last 3.4 million years: sites 658 and 659 off Northwest Africa// *Proceedings of the ocean drilling program, scientific results*. 1989 V.108. P. 167-185

Schneider D.A. Kent D.V. and Mello G.A. A detailed chronology of the Australasian impact event, the Brunhes-Matuyama geomagnetic Polarity reversal, and global climate change// *Earth and Planet. Sci. Letters*. 1992. V.111. P.395-405

Shackleton N. Oxygen isotope analyses and Pleistocene temperature reassessed// *Nature*. 1967. V. 215. P. 19-21

Shackleton N. New data on the evolution of pliocene climatic stability // In: Vrba E.S. et al. (eds) *Paleoclimate and evolution with emphasis on human origins*, Yale University Press, 1995. P.242-248

Shackleton N. The 100,000-year ice-age cycle identified and found to lag temperature, carbon dioxide, and orbital eccentricity//*Science*. 2000. V.289. P.1897-1902

Shackleton N., Backman J., Zimmerman H., et al., Oxygen-isotope calibration of the onset of ice-rafting and history of glaciation in the North Atlantic region// *Nature*. 1984. V. 307. P. 620-623

Shackleton N.J., Berger A. and Peltier W. An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene time scale based on ODP Site 677 // *Trans. R. Soc. Edinb.* 1990. V.81. P.251-261

Shackleton N. Opdyke N. Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of equatorial Pacific core V28-238: Oxygen isotope temperatures and ice volumes on a 10⁵ year and 10⁶ year scale. //*Quaternary research*. 1973. V.3. P.39-55

Shackleton N., Opdyke N. Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Pacific core V28-239 Late Pliocene to Latest Pleistocene. // *Geol. Soc. Amer. Memoir* 145. 1976. P.449-464

Shaw A. Time in stratigraphy//McGraw-Hill. New York. 1964

Shaw D., Donn W. Milankovitch radiation variations: a quantitative evaluation. // *Science*. 1968. V.162. P.1270-1272

Short D., Mengel J., Crowley T., Hyde W., North G. Filtering of Milankovitch cycles by Earth's geography//*Quaternary Res.* 1991. V.35. P.157-173

Spell T., McDougall I. Revisions to the age of the Brunhes-Matuyama boundary and the Pleistocene geomagnetic polarity timescale. // *Geophys. Res. Letters*. 1992. - V.19. - P.1181-1184

Steenbrink J., Van Vugt N., Hilgen F. Sedimentary cycles and volcanic ash beds in the lower Pliocene lacustrine succession of Ptolemais (NW Greece): Discrepancy between $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and astronomical ages//*Palaeo: geography, climatology, ecology*. 2000. V.152

Suarez M., Held I. Modelling climatic response to orbital parameter variations//*Nature*. 1976. V.263. P.46-47

Suarez M., Held I. The sensitivity of an energy balance climate model to variations in the orbital parameters//*J. Geophys. Res.* 1979. V.84 N C8 P. 4825-4836

Tauxe L., Herbert T., Shackleton N., Kok Y. Astronomical calibration of the Matuyama-Brunhes boundary: consequences for magnetic remanence acquisition in marine carbonates and Asian loess sequences//*Earth Planet. Sci. Lett.* 1996. V.140. P.133-146

Tiedemann, R., Sarnthein, M., Shackleton N. Astronomic time scale for the Pliocene Atlantic $\delta^{18}\text{O}$ and dust flux records of Ocean Drilling Program site 659//*Paleoceanography*. 1994. V.9. P.619-638

Van Hoof A.A.M. Langereis C.G. Upper Kaena sedimentary geomagnetic reversal record from Southern Sicily // *J. Geophys. Res.* 1992. V.97. № B5.6941 -6957

Van Vugt N., Steenbrink J., Langereis C. et al., Magnetostratigraphy-based astronomical tuning of the early Pliocene lacustrine sediments of Ptolemais (NW Greece) and bed-to-bed correlation with the marine record// *Earth and Planet. Sci. Letters*. 1998. V. 164. P.535-551

Veevers J.J., Powell C.McA. Late Paleozoic glacial episodes in Gondwanaland reflected in transgressive-regressive depositional sequence in Euramerica. //*Geol. Soc. Amer. Bull.* 1987. V.94. P.475-487

- Vernekar A.* Long-period global variations of incoming solar radiation// Meteorological Monographs. 1972. 12. Amer. Meteorol. Soc., Boston
- Weertman J.* Rate of growth and shrinkage of nonequilibrium ice sheets//J. Glaciol. 1964 V. 5 P. 145-158
- Weertman J.* Milankovitch solar radiation variations and ice age ice sheet sizes. //Nature. 1976. - V.261. - P.17-20
- Wigley T. M. L.* Spectral analysis and the astronomical theory of climatic change //Nature. 1976. V. 264. P. 629-631
- Williams G.* History of the Earth's obliquity//Earth-Science reviews. 1993. V.34. P. 1-45
- Winograd I.J., Copen T., Landwehr J., et al.* Continuous 500,000-year climate record from vein calcite in Devils Hole, Nevada //Science. 1992. V.258. P.255- 260
- Wundt W.* Die Wirkung der Erbahnelemente bei der Entstehung der Eiszeiten// Geol. Rundschau. 1944. V. 34. 7-8.
- Yiou F., Raisbeck G., Bourles D. et al.* ¹⁰Be in ice at Vostok Antarctica during the last climatic cycle//Nature. 1985. V.316. P.616-617

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие академика РАН К.Я. Кондратьева	3
Введение	5
Глава 1. ЭВОЛЮЦИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ (АСТРОНОМИЧЕСКОЙ) ТЕОРИИ ПАЛЕОКЛИМАТА В XIX – ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА.	8
1.1 Открытие существования ледникового периода в геологическом прошлом и развитие представлений об оледенениях Земли	8
1.2. Попытки теоретического объяснения существования ледниковых эпох	
1.3. Механизмы климатического влияния вариаций орбитальных элементов Земли	
21	

1.4. Теории оледенений Ж. Адемара и Дж. Кролля	35
1.5 Основные положения теории М. Миланковича	47
1.6 Эволюция взглядов на теорию Миланковича в середине XX века	63
Глава 2 СОПОСТАВЛЕНИЕ ТЕОРИИ М.МИЛАНКОВИЧА С ИЗОТОПНО-КИСЛОРОДНЫМИ ДАННЫМИ ПО ГЛУБОКОВОДНЫМ ОСАДКАМ	71
2.1 Изотопно-кислородный метод изучения палеоклиматических изменений	71
2.2 Спектральный анализ изотопно-кислородных (ИК) данных и разработка ИК климатохроностратиграфической шкалы.	80
2.2.1 Исследование. Дж. Хейса, Дж. Имбри и Н. Шеклтона.	81
2.2.2 Создание ИК шкалы SPECMAP.	88
2.2.3 Определение нового возраста палеомагнитной инверсии Матуяма-Брюнес.	94
2.3 Основные противоречия теории М. Миланковича эмпирическим данным	99
2.4 Попытки устранения противоречий теории Миланковича и её модернизации	110
Глава 3 НЕДОСТАТКИ ТЕОРИИ М. МИЛАНКОВИЧА И ИНТЕРПРЕТАЦИЙ ЕГО ПОСЛЕДОВАТЕЛЕЙ	130
3.1 Основные недостатки теории М. Миланковича	130
3.1.1 Отсутствие учёта качественных различий инсоляционных сигналов, связанных с вариациями различных орбитальных элементов.	130

3.1.2 Придание палеоклиматической значимости рассматриваемым индивидуально вариациями инсоляции, вычисленным для отдельных географических широт и полугодий.	131
3.1.3 Недостаточно строгая обоснованность общих механизмов климатического влияния вариаций орбитальных элементов	132
3.1.4. Формальный учёт обратных связей	136
3.2 Отражение недостатков теории Миланковича в работах его последователей	139
3.3 Некоторые итоги развития астрономической (орбитальной) теории палеоклимата	157
Глава 4 ПОСТРОЕНИЕ ОРБИТАЛЬНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ ДИАГРАММЫ И НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ПАЛЕОКЛИМАТА	169
4.1 Некоторые общие предпосылки создания орбитально-климатической диаграммы (ОКД)	169
4.2 Упрощённый способ построения ОКД и её сравнение с ИК данными по глубоководным осадкам	175
4.3 Некоторые несоответствия ОК диаграммы ИК данным и проблема среднеплейстоценового перехода	184
4.4 Новая концепция орбитальной теории палеоклимата	190
4.5 Климатические циклы в периоды термозр с позиций новой концепции ОТП	197
Глава 5 ПРИКЛАДНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОКД, НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ НОВОЙ ВЕРСИИ ОРБИТАЛЬНОЙ ТЕОРИИ ПАЛЕОКЛИМАТА	209
5.1 Использование ОКД в качестве эталона для сравнения палеоклиматических записей плейстоцена	209

5.2 Использование ОКД для хронометрирования и проведения спектрального анализа ИК записей	214
5.3 Основные результаты и некоторые проблемы развития новой версии орбитальной теории палеоклимата	228
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И БЛАГОДАРНОСТИ	238
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	245
ОГЛАВЛЕНИЕ	255

Опечатки и неточности, замеченные

- Страница 22, 22-я строка сверху: вместо «находящееся в тени...» надо «находившееся...»
- С. 26, 13-я строка снизу: вместо 0,565 надо 0,0565
- С. 28, 21-я сверху: вместо «солнечная энергия» надо «годовая солнечная ...»
- С. 31, рис. 7Б: поменять местами «В» и «О». Поскольку Земля движется вокруг Солнца против часовой стрелки, весна (В) должна быть после зимы (З), а не до нее.
- С. 32, 14-я – 15-я строки снизу: убрать слово «максимальная».
- С. 40, 2-я снизу: вместо «конвергениции» надо «конвергенции».
- С. 42, 10-я сверху: вместо «промежуточными» надо «промежуточными и низкими»
- С. 43, рис. 9: значения эксцентриситета д.б. в десятитысячных (прибавить еще один ноль)
- С. 51, в названии таблицы вместо «при изменении» надо «при увеличении»
- С. 82, 12-я снизу: вместо «стадиями 9 и 8» надо «стадиями 7 и 8»
- С. 87, рис. 20 – значения эксцентриситета должны быть в сотых (прибавить один ноль)
- С. 100, 1-я снизу: вместо «максимальными» надо «максимальным»
- С. 101, 10-я сверху вместо «будут и минимумы» надо «будут минимумы»
- С. 103, 14-я сверху, вместо «см.» надо «стр.»
- С. 159, 6-я сверху, вместо «за 21 тысячу лет» надо «за 25,6 тысяч лет»
- С. 181, рис. 36, подпись: вместо «ОК диаграмма (сплошная ...)» надо: «ОК диаграмма для климатических коэффициентов 1:0,7:0,4 (сплошная ...)»
- С. 228, 3-я сверху: вместо «(41 и 55 ...)» надо «(29 и 55 ...)»

Для того, чтобы получить возможность прочтения книги В.А. Большакова "Новая концепция орбитальной теории палеоклимата" установите DjVU browser plugin на своем компьютере. Книга будет открываться в Microsoft Internet Explorer, при этом, если он будет выдавать предупреждение о запуске активного содержимого, необходимо его разрешить.