

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ, ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

УДК 551.345.3

DOI 10.25587/SVFU.2023.31.3.005

О. А. Поморцев

СВФУ им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия

e-mail: olegpomortsev@mail.ru

ОТКЛИК РИТМОФОРМИРУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ НА ШИРОТНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЗОН ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Аннотация. Исследуется проблема изменчивости шкалы М. Миланковича и циклических осцилляций в режиме циркуляции тропосферы в зависимости от географической широты местности. Рассматриваются параллели в динамике многотысячелетних и внутривековых циклов климата в разных широтных зонах и, возможные причины этого явления. Приводятся новые данные о влиянии осевого вращения и фигуры Земли на структуру ритмоформирующих процессов. Установлено, что зона с высокой частотой пульсаций климатических фаз приурочена к низким широтам, обладающим наиболее высоким энергетическим потенциалом. Показана зависимость скорости воздушных течений от длины географических параллелей. Так, при формировании воздушных течений в районе экватора – самой длинной параллели планеты (ячейка циркуляции Хэдли) их скорость, которая задается осевым вращением Земли, выше скорости звука и вдвое выше аналогичных потоков, зарождающихся в области умеренных широт (ячейка Ферелла).

Приводятся палеогеографические свидетельства подтверждающие расчеты М. Миланковича о разной продолжительности периода солярного цикла в области низких, умеренных и полярных широтах. Так, датирование террас острова Барбадос в Карибском море (низкие широты) показало, что период цикла Миланковича здесь близок к 20 тыс. лет. В то время, как в зоне умеренных широт, период того же цикла, судя по датировкам стадияльных морен бывших ледниковых покровов, составляет 41 тыс. лет, т.е. вдвое большую. Максимальная – до 100 тыс. лет – установлена для полярных широт при исследовании ледовых щитов Антарктиды и Гренландии.

Выявлена разная степень силы метеорологических воздействий на экосистемы и уровень природной опасности в рамках разных широтных коридоров. Наиболее динамичными и опасными являются низкие широты с их ураганами, тайфунами, потопами и штормами, имеющими высокую повторяемость. Это необходимо учитывать при разработке стратегии экономического развития этих территорий и превентивных мер защиты инженерной направленности.

Ключевые слова: Географические параллели, географическая широта, ячейки циркуляции, циклическость, периодичность, ритмичность, цикл Миланковича, тропосфера

O. A. Pomortsev

M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

e-mail: olegpomortsev@mail.ru

THE RESPONSE OF RHYTHMICALLY FORMING PROCESSES TO THE LATITUDINAL POSITION OF THE ZONES OF THEIR IMPLEMENTATION

Abstract. The problem of variability of the Milankovich scale and cyclic oscillations in the troposphere circulation mode depending on the geographical latitude of the area is investigated. Parallels in the dynamics of multi-thousand-year and intra-century climate cycles in different latitudinal zones and possible causes of this phenomenon are considered. New data on the influence of axial rotation and the shape of the Earth on the structure of rhythm-forming processes are presented. It is established that the zone with a high frequency of pulsations of climatic phases is confined to low latitudes with the highest energy potential. The dependence of the velocity of air currents on the length of geographical parallels is shown. Thus, during the formation of air currents near the equator – the longest parallel of the planet (Hadley circulation cell), their velocity, which is set by the axial rotation of the Earth, is higher than the speed of sound and twice as high as similar flows originating in the temperate latitudes (Ferrell cell).

Paleogeographic evidence confirming Milankovich's calculations about the different duration of the solar cycle period in the low, temperate and polar latitudes is presented. Thus, the dating of the terraces of the island of Barbados in the Caribbean Sea (low latitudes) showed that the period of the Milankovich cycle here is close to 20 thousand years. While in the zone of temperate latitudes, the period of the same cycle, judging by the dating of the stadial moraines of the former glacial covers, is 41 thousand years, i. e. twice as long. Maximum – up to 100 thousand years – set for polar latitudes in the study of the ice sheets of Antarctica and Greenland.

Different degrees of meteorological impacts on ecosystems and the level of natural hazards within different latitudinal corridors have been revealed. The most dynamic and dangerous are the low latitudes with their hurricanes, typhoons, floods and storms with high frequency. This should be taken into account when developing a strategy for the economic development of high-risk territories and preventive measures for the protection of engineering orientation.

Keywords: Geographical parallels, geographical latitude, circulation cells, cyclicity, periodicity, rhythmicity, Milankovich cycle, troposphere.

Введение

Проблема глобальных ритмов солярного климата Земли, открытая М. Миланковичем в первой половине XX столетия, продолжает привлекать внимание исследователей, поскольку является отправной точкой к разработке палеоклиматических моделей и долгосрочного климатического прогноза [1].

Однако некоторые аспекты этой важной проблемы, в частности, широтная дифференциация климатических циклов в географической оболочке существующая согласно расчетам, М. Миланковича [2] оказалась вне поля зрения исследователей, внимание которых было приковано к проблеме ледниковых покровов умеренных широт. Не менее важной для разработки климатических моделей является и проблема циркуляции атмосферы, механизмы которой, судя по многолетним рядам метеорологических элементов, также несут в себе признаки широтной упорядоченности. Все это побудило нас выполнить предварительные исследования этой сложной, но интересной проблемы ведущим фактором которой выступают космические силы.

Главный метод исследования – сравнительно географический, а также методы математической статистики и математического моделирования рядов исходной метеорологической информации.

Все вычисления выполнены в программе Excel.

Материалы и их обсуждение

Из орбитальных неравенств Земли, вычисленных М. Миланковичем, известны следующие: 1) предварения равноденствия с периодом в 22-26 тыс. лет; 2) изменения угла наклона земной оси к эклиптике, с периодом около 41 тыс. лет; 3) изменения траектории орбиты Земли – от круговой до эллиптической (0,17), с периодичностью около 100 тыс. лет [2]. Их обобщение позволило М. Миланковичу получить широко известный ритм ледниковых покровов, построенный для параллели 65° с.ш. Продолжительность периода этого ритма составила 41 тыс. лет.

Вместе с тем, палеогеографические реконструкции событий плейстоцена, выполненные в области притропических широт, в частности на острове Барбадос в Карибском море, показали, что циклы террасообразования на протяжении более чем сотни тысяч лет повторялись здесь с частотой около 20 тыс. лет (рис. 1) [3].

В то же время в поясе умеренных широт, как показали расчеты М. Миланковича, подтвержденные результатами обширных палеогеографических реконструкций выполненных на основе детальных исследований древнеледникового рельефа и морских отложений доминировали циклы с периодом около 41 тыс. лет. В приполярных же областях, согласно тем же расчетам, М. Миланковича и, судя по соотношению изотопов кислорода в ледовых ядрах из ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии, ведущим был ритм с периодом около 100 тыс. лет.

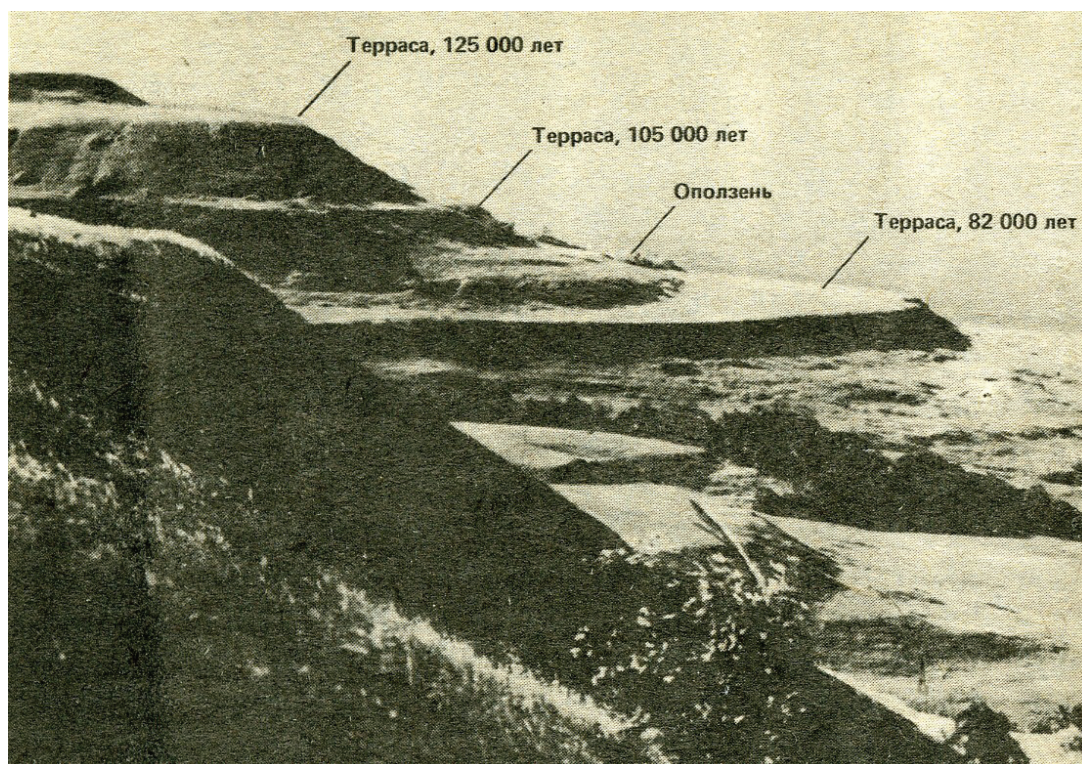


Рис. 1. Хронология плейстоценовых террас острова Барбадос по [3]

Fig. 1. Chronology of the Pleistocene terraces of the island of Barbados according to [3]

Таким образом, продолжительность периода цикла М. Миланковича изменяется в Северном полушарии в зависимости от географической широты от 20 до 100 тыс. лет. Она возрастает при движении от экватора к полюсам планеты, т.е. с юга на север.

Казалось бы, удивительно, но широтная дифференциация, подобная периодичностям многотысячелетнего соляного цикла М. Миланковича, находит параллели в процессе циркуляции

атмосферы. Если взглянуть на атмосферу планеты в разрезе, то в ее структуре можно увидеть три циркуляционные ячейки (рис. 2).

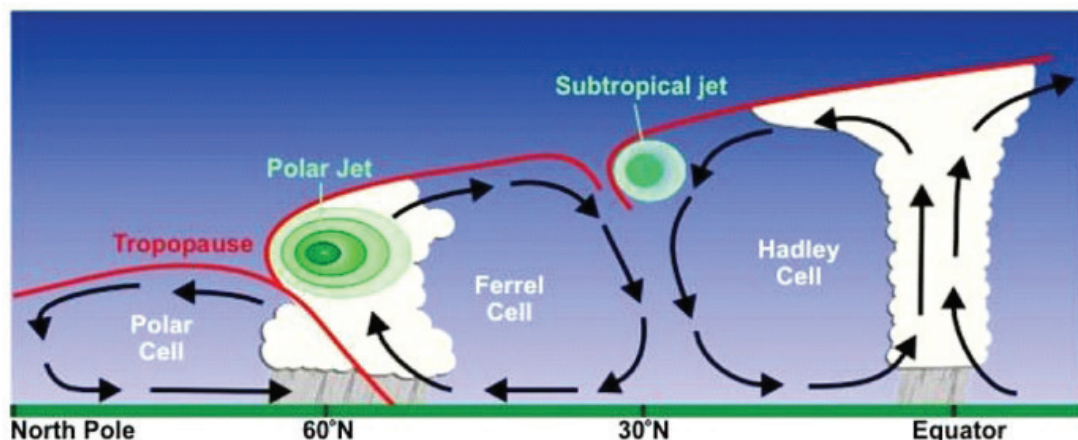


Рис.2. Схема циркуляции атмосферы Северного полушария в меридианном разрезе: Северный полюс – экватор. Черными стрелками показаны ходы циркуляции в циркуляционных ячейках: приэкваториальной – Хэдли, притропической – Феррела и полярной

Fig. 2. The scheme of circulation of the atmosphere of the Northern hemisphere in the meridian section: The North Pole – equator. The black arrows show the circulation moves in the circulation cells: in the equatorial – Hadley, in the tropical – Ferrell and polar

Первая ячейка Хэдли. Она приурочена к наиболее жарким и влажным экваториально-приэкваториальным широтам планеты. Вторая – Феррелла – развивается в области умеренных широт. Третья приполярная – высоких широт зоны северной тайги, тундры и арктических пустынь.

Из разреза (см. рис.2) видно, что в Северном полушарии существуют две активные зоны подъема теплого воздуха и три зоны его разноса. Ведущую роль при этом играет область низких широт, приуроченная к наиболее жаркой и влажной области планеты – экватору. Две области подъема теплого воздуха (приэкваториальная и умеренных широт) дают начало высоким течениям тропосферы – глобальному междуширотному воздухообмену, обеспечивающему выравнивание термического режима приземной тропосферы планеты. Отмечается возвратно-поступательное движение воздушных масс по принципу «два шага вперед – один назад» с развитием процесса в направлении – от экватора к полюсам. Однако начальные скорости воздушных потоков, сформировавшихся на экваторе и в зоне умеренных широт, имеют существенные различия в силу шарообразности фигуры Земли. Дело в том, что при длине экватора в 40 тыс. км при осевом вращении Земли любому телу, находящемуся на экваторе (в том числе и воздушному потоку тропосферы) задается скорость, превышающая скорости звука – более 1600 км/час (40 тыс. км: 24 час = 1666 км/час). В то же время, в умеренных широтах, где длина меридиана не превышает половины длины экватора, эта скорость будет вдвое меньше – не более 800 км/час. В области полюсов планеты она вообще будет стремиться к 0.

Таким образом, скорость воздушным потокам тропосферы задается осевым вращением Земли, но определяется фигурой Земли будучи напрямую связанной с длиной параллелей в зонах подъема воздушных масс.

Выше уже было показано, что самая высокая скорость воздушных течений приурочена к экватору – самой длинной параллели земного шара. Она вдвое выше, чем в области умеренных, а тем более приполярных областей. Подтверждение нашему предположению мы обнаружили в ходах метеорологических элементов в зоне притропических (Тянь-Шань) и умеренных – (Якутия) широт (рис. 3).

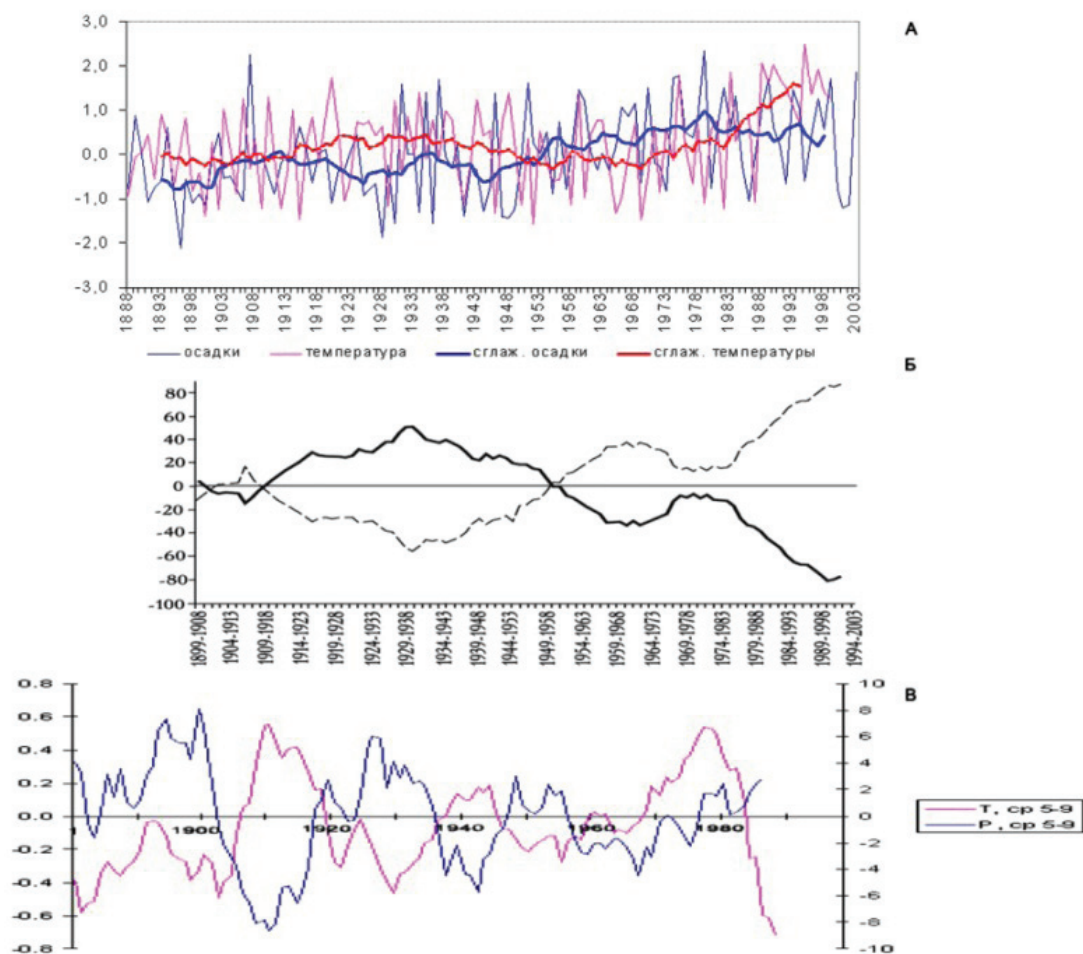


Рис. 3. Кривые среднегодовой температуры приземного воздуха и атмосферных осадков по ходу векового ритма: А – ГМС Якутск (Якутия); В- ГМС Каракол (Тянь-Шань); Б – кривые зональной (сплошная линия) и меридиональной (прирывистая) циркуляции атмосферы за XX столетие

Fig. 3. Curves of the average annual temperature of surface air and atmospheric precipitation along the course of the secular rhythm: А – HMS Yakutsk (Yakutia); C – HMS Karakol (Tien Shan); Б – curves of zonal (solid line) and meridional (gusty) atmospheric circulation for the twentieth century

Из диаграммы (рис. 3 – А и В) видно, что фазы тепло- и влагообеспеченности климата представленные в графическом формате показывают разную периодичность циклических осцилляций, проявившихся на разных широтах в XX столетии. На Тянь-Шане это 22-летний ритм (в два 11-летних), а в Якутии это уже 44-летний (в два 22-летних) т.е. вдвое большей продолжительности.

Таким образом, алгоритм изменчивости периода циклических осцилляций в режиме циркуляции атмосферы, как и в случае с циклом Миланковича задается космическим фактором. Он напрямую связан с осевым вращением и фигурой Земли. При высоких скоростях циркуляции, на экваторе (ячейка Хэдли) где формируются короткопериодные циклы и цикл Миланковича имеет минимальный период – около 22-х тыс. лет, что по продолжительности цикла сопоставимо с циклом прецессии или предварения равноденствия. В зоне умеренных широт по мере ослабления циркуляции в силу снижения скорости воздушных потоков за счет меньшей скорости их разгона (см. рис. 3 – А) продолжительность периода цикла циркуляции

увеличивается вдвое (см. рис. 3 – В). Точно так же и период цикл Миланковича в умеренных широтах возрастает вдвое – от 22 до 41 тыс. лет, что, судя по существующим орбитальным неравенствам уже сопоставимо с продолжительностью периода колебания земной оси. В приполярной области, где скорость воздушных потоков постепенно замирает, доминируют циклы с периодом около 100 тыс. лет. По продолжительности они сопоставимы с циклом эксцентриситета орбиты. Они обнаружены в ледовых кернах из ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии [4].

Выполненный анализ позволят сделать некоторые практические извлечения.

Учитывая максимальные скорости воздушных течений тропосферы и, самую высокую периодичность реализации климатических фаз в области приэкваториальных и притропических широт, становится понятным, что именно здесь, следует ожидать наиболее мощных и опасных проявлений природных стихий – тропических ураганов и штормов, тайфунов, смерчей, наводнений, оползней, лесных пожаров, пыльных бурь ... Это зона наиболее высоких рисков – зона природных опасностей и катастроф. Подтверждением этому служат недавние потопа Китая и беспрецедентные по масштабам и последствиям лесные пожары охватившие низкие широты большинства континентов планеты. Причем усиление циркуляции атмосферы последних десятилетий уже сегодня сместило границу суховея расширив область конских широт к северу и югу на 5-10° широты. Область разгрузки опускающихся сухих воздушных масс, на сегодня преодолела акваторию Средиземного моря обрушив мощные импульсы природных стихий на курортные области Западной Европы и средиземноморья. Пожары, штормы и потопа следуют нескончаемой чередой. Нечто подобное можно наблюдать и на тропических островах Тихого и Атлантического океана, в частности, Гавайских и Канарских, а также в континентальных районах Северной Америки и Австралии.

В умеренной зоне немного спокойнее, хотя в последние годы и здесь усилилась динамика дождевых паводков и особенно лесных пожаров, раздуваемых нетипичными для этих мест высокобальными ветрами. Некоторые стихии, в частности природные пожары, докатились и до тундры. Однако на шкале приоритетов природных катастроф, в основе которой лежит метеорологический режим тропосферы, первое место безусловно принадлежит природным комплексам низких широт, тогда как последнее – приполярной и полярной областям (зона Арктики). Экосистемы умеренной зоны занимают промежуточное положение.

Заключение

Завершая анализ результатов выполненных исследований нельзя не отметить, что выявленные закономерности в области дифференциации аномалий природно-климатических процессов и усиления динамики природных катастроф в Северном и Южном полушариях Земли, должны быть главным путеводителем в стратегии экономического и политического развития государств экваториальной, тропической и умеренной зон. Их игнорирование с тем же равнодушием игнорирует и стихия. Она остается безучастной к потерям не только миллиардов долларов, но и тысяч человеческих жизней.

Литература

1. Максимов, Е.В. Ритмы на Земле и в Космосе : Монография / Е.В. Максимов ; Министерство образования и науки Российской Федерации. – Санкт-Петербург. 1995. – 323 с. – Текст : непосредственный.
2. Миланкович, М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата : Монография / М. Миланкович ; М.-Л., 1939. – 208 с. – Текст : непосредственный.
3. Имбри Джон. Тайны ледниковых эпох : Монография / Джон Имбри, Кетрин Памела Имбри ; Москва : Прогресс. 1988. – 262 с. – Текст : непосредственный.
4. Котляков, В.М. Гляциология Антарктиды : Монография / В.М. Котляков ; Москва : Наука. 2000. – 432 с. – Текст : непосредственный.

References

1. Maksimov, E.V. Ritmy na Zemle i v Kosmose : Monografija / E.V. Maksimov ; Ministerstvo obrazovanija i nauki Rossijskoj Federacii. – Sankt-Peterburg. 1995. – 323 s. – Tekst : neposredstvennyj.
2. Milankovich, M. Matematicheskaja klimatologija i astronomicheskaja teorija kolebanij klimata : Monografija / M. Milankovich ; M.-L., 1939. – 208 s. – Tekst : neposredstvennyj.
3. Imbri Dzhon. Tajny lednikovyh jepoh : Monografija / Dzhon Imbri, Ketrin Pamela Imbri ; Moskva : Progress. 1988. – 262 s. – Tekst : neposredstvennyj.
4. Kotljakov, V.M. Gljaciologija Antarktidy : Monografija / V.M. Kotljakov ; Moskva : Nauka. 2000. – 432 s. – Tekst : neposredstvennyj.

Сведения об авторах

ПОМОРЦЕВ Олег Александрович – чл.-корр. МАНЭБ, к.г.н., доцент по кафедре Мерзлотоведения, доцент кафедры «Прикладная геология» геологоразведочного факультета СВФУ им. М.К. Аммосова, e-mail olegpomortsev@mail.ru

POMORTSEV Oleg Aleksandrovich – Corresponding Member of MANEB, Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor at the Department of Permafrost, Associate Professor of the Department of Applied Geology, Faculty of Geology and Surveying, M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, e-mail olegpomortsev@mail.ru