

О. А. Поморцев¹, Е. П. Кашикар²¹ Северо-Восточный Федеральный университет им. М.К. Аммосова, г. Якутск, Россия² Международный институт исследования ритмов, штат Вашингтон, США

e-mail: olegpomortsev@mail.ru

e-mail: e.kashkarov@internet.ru

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

Аннотация. С позиции солнечно-земных связей рассматриваются особенности современного потепления климата и влияние на потепление глобальной циркуляции атмосферы. Роль главных атмосферных течений между экватором и обоими полюсами Земли настолько велика, что уже четыре десятилетия порождает небывалые по силе лесные пожары и другие стихийные бедствия, охватившие не только Сибирь и Южную Европу (Испания, Португалия, Франция, Италия, Греция и др.), но и США, Канаду, Австралию.

Другим феноменом современного климата является парадоксально высокое потепление зим в зоне Сибирского антициклона. Благодаря усилению меридианной циркуляции начиная с последней четверти XX столетия, приrost среднегодовой температуры на полюсе холода Северного полушария в Якутии вдвое превысил показатели других регионов и диктует ход потепления всей Северной Азии и Северной Америке. Волна потепления из центра якутского ядра достигла даже южной периферии антициклона в Северном Тянь-Шане.

Практическая сторона исследования касается активно развивающегося нефтегазового комплекса Якутии. В ближайшей перспективе Якутия не выйдет из зоны опасных лесных пожаров. Наряду с затратами на тушение огня здесь потребуются дополнительные расходы на борьбу с послепожарными криогенными трансформациями высокольдистых грунтов основания. Меридианная циркуляция атмосферы – слишком широкомасштабное явление, чтобы избежать его на региональном уровне. Она усиливает динамику всех природных процессов в обоих полушариях Земли и модулируется активностью Солнца по ходу его 11-летних и вековых циклов.

Ключевые слова: солнечно-земные связи, циркуляция атмосферы, циркуляционная ячейка Хэдли, ветрораздел, Сибирский максимум, лесные пожары, меридианный перенос, потепление климата, геоэкологические проблемы.

О. А. Pomortsev¹, E. P. Kashkarov²¹ Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia² International Rhythm Research Institute, Trout Lake, WA USA

E-mail: olegpomortsev@mail.ru

E-mail: e.kashkarov@internet.ru

PECULIARITIES OF THE MODERN GLOBAL WARMING

Abstract. The peculiarities of modern climate warming and the influence of global atmospheric circulation on it are considered from the position of solar-terrestrial relations. The role of the main atmospheric currents between the equator and both poles of the Earth is so great that for four decades it has caused unprecedentedly strong forest fires and other natural disasters which affected not only Siberia and Southern Europe (Spain, Portugal, France, Italy, Greece and others) but also the USA, Canada and Australia.

Another phenomenon of the modern climate is a paradoxically high winter warming in the zone of the Siberian anticyclone. Due to intensification of meridian circulation since the last quarter of the 20th century, the increase in mean annual temperature at the cold pole of the Northern Hemisphere in Yakutia has twice exceeded indicators of other regions and dictates the course of warming of all Northern Asia and North America. The warming wave from the center of the Yakutian core has even reached the southern periphery of the anticyclone in the Northern Tien Shan.

The practical side of the study concerns the actively developing oil and gas complex of Yakutia. In nearest future Yakutia will not leave the zone of dangerous forest fires. Along with the costs of extinguishing fires,

additional expenses will be required here to deal with post-fire cryogenic transformations of the highly porous base soils. Atmospheric meridian circulation is too large-scale phenomenon to avoid it at the regional level. It amplifies the dynamics of all natural processes in both hemispheres of the Earth and is modulated only by the Sun's activity in the course of its 11-year and hundred-year cycles.

Keywords: solar-terrestrial relations, atmospheric circulation, Hadley circulation cell, wind partition, Siberian maximum, forest fires, meridian transfer, climate warming, geoecological problems.

Введение

При современном потеплении климата, особенно в его последней, наиболее активной, фазе (1970-е г. – современность), проявилось явное усиление динамики меридианной составляющей глобального переноса воздушных масс. На фоне этого процесса активизировались стихийные бедствия, охватившие континентальные и океанические пространства планеты. Небывалой силы наводнения, ливни, штормы, лесные пожары, разрушения морских берегов, землетрясения, цунами уже привели к многочисленным жертвам и миллиардам долларов ущерба. Однако концентрация этих событий, как показывают многолетние наблюдения и феноменальный опыт долгосрочных прогнозов погоды А.В. Дьякова [1], имеет строгую избирательность, обусловленную законами глобальной циркуляции атмосферы и региональным физико-географическим фактором [2].

В качестве модельного объекта выбрана зона влияния Сибирского антициклона: от ядра его локализации в Якутии до южной периферии в Северном Тянь-Шане. Для анализа использовались метеорологические ряды высоко репрезентативных метеорологических станций в Якутии («Якутск», равнинная ГМС) и Киргизии («Каракол», Тянь-Шань, горная ГМС), продолжительностью инструментальных наблюдений более 100 лет; ряды чисел Вольфа и данные о многолетней динамике Сибирского антициклона в ядре его локализации.

В качестве отправной точки исследований принято усиление динамики меридианной составляющей глобального межширотного воздухообмена в Северном полушарии; потепление зим в области локализации Сибирского антициклона в Якутии и масштабные лесные пожары, охватившие Якутию, Южную Европу, Северную Америку и Австралию.

Методы исследования. Математическое моделирование, графический и сравнительно-географический анализы.

Кроме того, особое внимание уделено линиям ветроразделов севернее и южнее «конских широт» (25–35° с.ш. и ю.ш.), динамика которых сопряжена с осложнением глобальной экологической обстановки на континентах.

Результаты и обсуждение

Большинство исследователей климата связывают процесс современного потепления с эмиссией техногенных парниковых газов. Эта концепция принята за основу при разработке перспективных планов экономического развития многими государствами, в том числе Россией. Однако существует альтернативное мнение. В частности, проф. Пулковской обсерватории М.С. Эйгенсон в монографии «Солнце, погода и климат» (1963) пишет: «Если мы обратимся к первопричине изменений климата, то на сегодня отсутствуют какие-либо принципиально качественные различия между кратковременными современными, и долгосрочными, как в плейстоцене, глобальными изменениями климата. Это значит, что причина их однородна и на сегодня хорошо известна: усиление солнечной активности. ... На современном этапе развития потепления не наблюдается никаких резких изменений солнечной постоянной, количества вулканической пыли, углекислого газа, движения полюсов и материков, эпейрогенеза, морских течений и других процессов, способных качественно и количественно служить непосредственной причиной современных климатических изменений» [3, с. 250].

О том же самом говорит А.В. Дьяков (1953/2011). Его безошибочные долгосрочные прогнозы изменения погоды и климата для любой точки земного шара строились именно на изменениях циркуляции атмосферы, диктуемой Солнцем.

Вычисления линейных трендов в рядах среднегодовых значений солнечной активности (СА) по числам Вольфа (Цюрих) и среднегодовой температуры приземного слоя воздуха длиннорядной и репрезентативной для Северного полушария метеостанции «Якутск» (Центральная Якутия) за XX столетие показали, что оба тренда положительны и имеют близкую направленность (рис. 1). Это целиком поддерживают концепции М.С. Эйгенсона и А.В. Дьякова о солнечной обусловленности изменения климата, включая современное потепление.

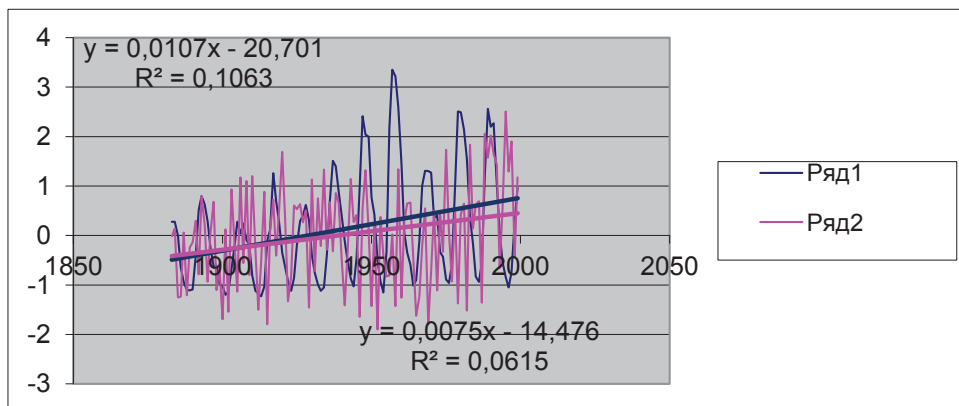


Рис. 1. Линейные тренды значений чисел Вольфа (1) и среднегодовой температуры по станции «Якутск» (2)

Fig. 1. Linear trends of the values of the Wolf numbers (1) and the average annual temperature at the Yakutsk station (2)

По расчетам Н.К. Кононовой [4], активизация волны современного потепления произошла одновременно с усилением меридианной составляющей в динамике глобального межширотного переноса в Северном полушарии (рис. 2.).

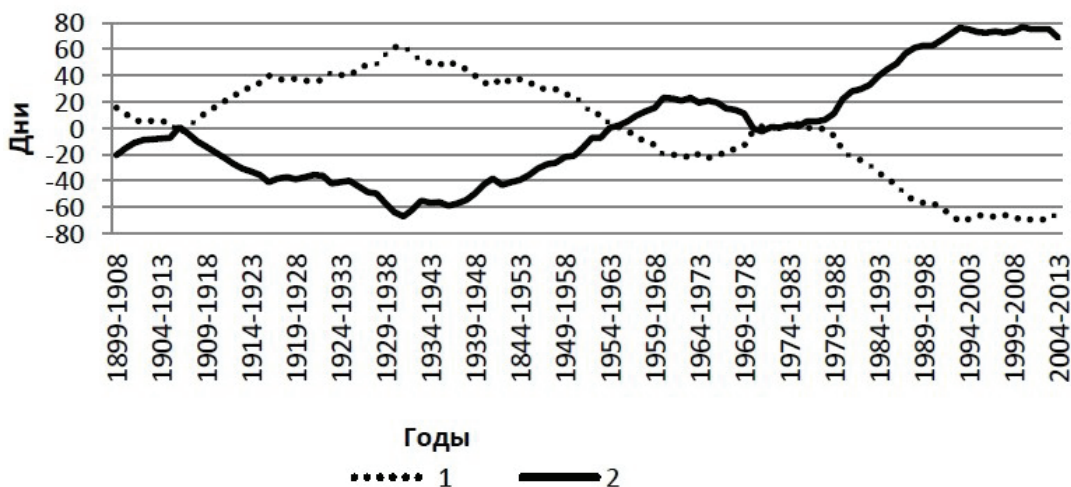


Рис. 2. Кривые широтной (1) и меридианной (2) циркуляции атмосферы в Северном полушарии: по Н.К. Кононовой [4]

Fig. 2. Curves of latitudinal (1) and meridian (2) atmospheric circulation in the Northern hemisphere: according to N. K. Kononova [4]

Очевидно, именно с этим процессом связано усиление давления воздуха в зоне локализации Сибирского максимума, что отчетливо видно на диаграмме (рис. 3)

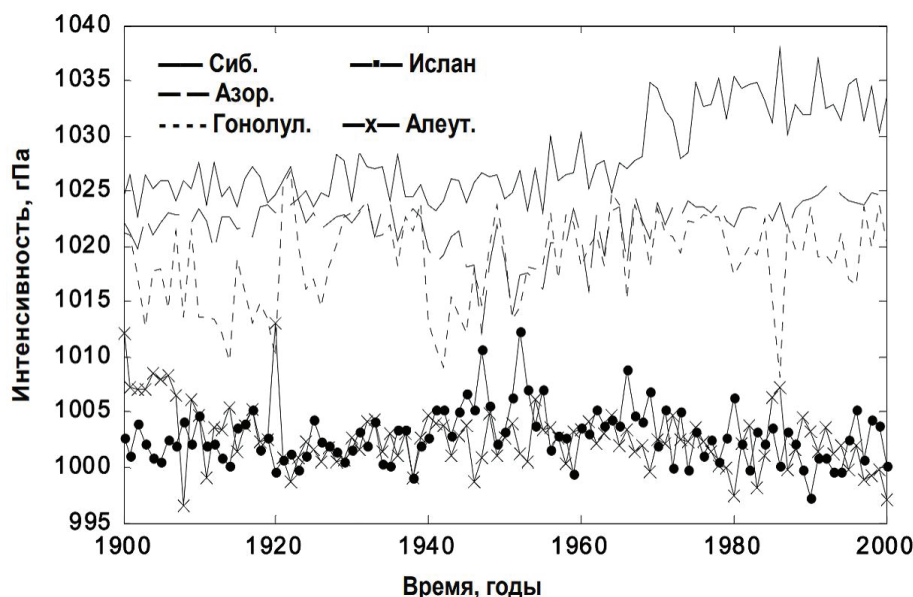


Рис. 3. Среднегодовая интенсивность ЦДА Северного полушария, по [5]

Fig. 3. The average annual intensity of the CDA of the Northern hemisphere, according to [5]

Последнее привело к беспрецедентному росту среднегодовой температуры приземного воздуха в Якутии (рис. 4). Здесь потепление более чем вдвое превысило прирост среднегодовой температуры относительно сопредельных территорий Евразии и других материков планеты.

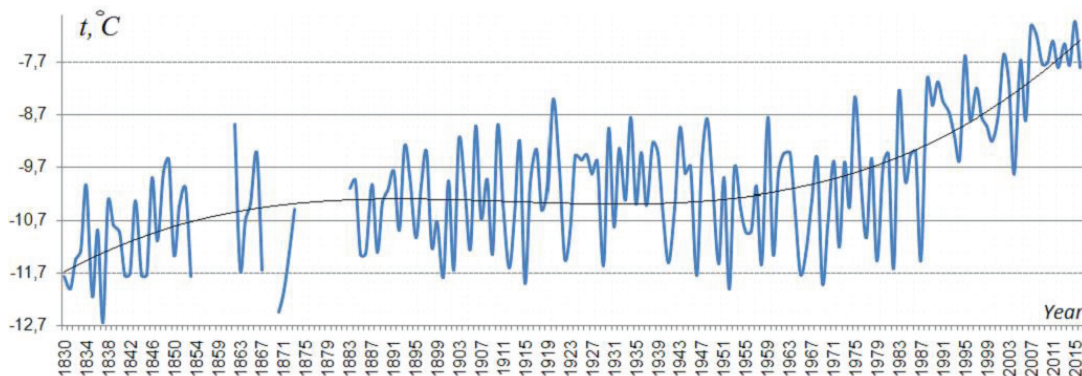


Рис. 4. График среднегодовых температур г. Якутска в XIX-XXI столетиях

Fig. 4. The graph of the average annual temperatures of Yakutsk in the 19th – 21st centuries

Напомним, что до начала потепления в Якутии существовало несколько устойчивых полюсов холода Северного полушария – в междуречье верховий Яны и Индигирки и низовьев Алдана. Именно здесь в зимний период формировалось ядро высокого давления, именуемое Верхоянским максимумом (отрог Азиатского максимума). В этой области, при соответствующих условиях рельефа (замкнутые долины и котловины), развивался процесс термического выхолаживания приземного воздуха и отмечались рекордно низкие температуры. Но, начиная с последней четверти XX столетия и по настоящее время, здесь отмечается значительное

ослабление морозов и активный прирост среднегодовой температуры приземного воздуха главным образом за счёт потепления холодных сезонов: до 80 % (см. рис. 4). Поскольку зимы в Якутии стали заметно теплее, а давление в антициклоне не уменьшилось, а напротив, увеличилось (см. рис.3), процесс современного потепления можно объяснить только с позиции нарушения условий термического выхолаживания приземного воздуха, ранее господствовавшего на участках локализации антициклона. Последнее может быть связано с процессом усиления воздухообмена в зоне действия антициклона и активного перемешивания воздушных масс.

Сибирский максимум есть динамическое образование. Это часть того обширного пояса высокого давления, который опоясывает Северное полушарие на северной границе пассатов и антипассатов. На западе он вступает в связь с восточными отрогами Азорского максимума. Перемычка высокого давления между этими двумя центрами, идущая по южной степной полосе Европейской части России, служит ветроразделом между центральным районом Европейской части России (с юго-западными ветрами) и Черноморским побережьем (с преобладающими северо-восточными ветрами). Она была названа А.И. Воейковым «большой осью материка» [6]. Ниспадающие массы воздуха антипассата и образуют пояс высокого давления, который пополняется северо-западным током воздуха из высоких слоев полярных областей, также опускающимся в этих районах и образующим как бы второй замкнутый круг между полюсами и притропическими широтами.

Таким образом, рост давления в антициклоне (см. рис. 3) произошел исключительно за счет усиления межширотного воздухообмена под действием меридианного переноса воздуха из верхних слоев южных притропических и приполярных широт. При этом прирост среднегодовой температуры в ядре Сибирского максимума в Якутии заметно превзошел подобный процесс на сопредельных территориях и даже на южной периферии антициклона в Северном Тянь-Шане (рис. 5).

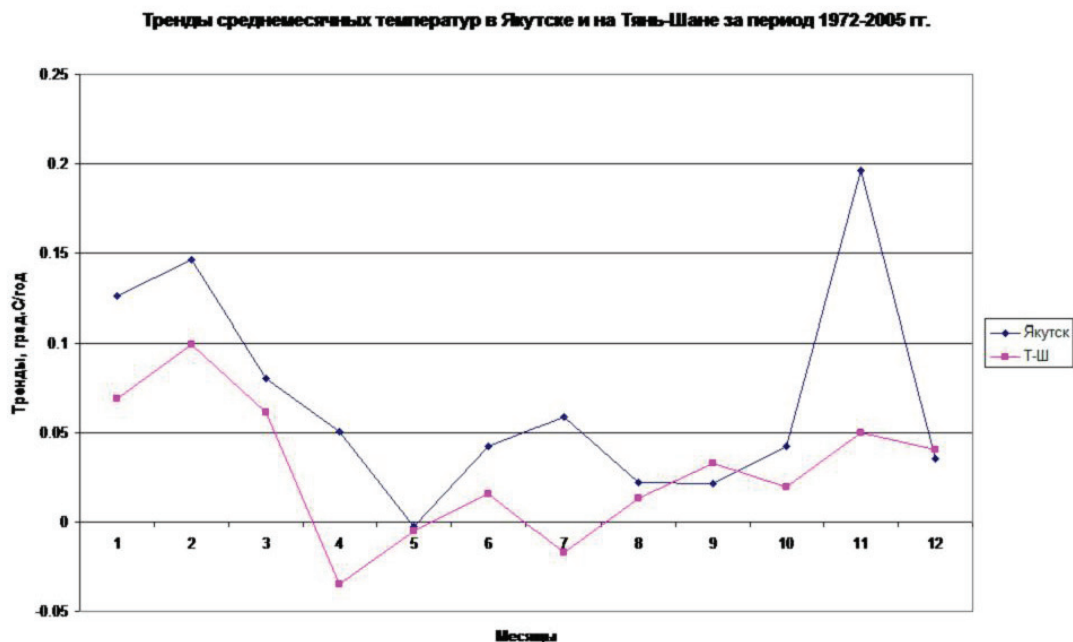


Рис. 5. Кривые прироста среднегодовой температуры в области локализации Сибирского максимума в Якутии (ГМС Якутск) и на его периферии – Северном Тянь-Шане (ГМС Каракол) в текущем столетии

Fig. 5. Curves of the average annual temperature increase in the area of localization of the Siberian maximum in Yakutia (OGMS Yakutsk) and on its periphery – the Northern Tien Shan (HMS Karakol) in the current century

Очевидно эффект, подобный Сибирскому максимуму, лежит и в основе небывалых лесных пожаров, охвативших в последние десятилетия практически все области планеты к северу и югу (в зависимости от полушария) от линии ветрового раздела ячеек Хэдли и Феррела. Особенно активно пожары проявились к северу от зоны так называемых «конских широт» (25-35° с. ш.).

На рис. 6 можно видеть схематический разрез глобальной циркуляции атмосферы Северного полушария, где межширотный воздухообмен представлен тремя динамическими контурами: экваториально-субтропическим (ячейка Хэдли), умеренных широт (ячейка Феррела) и полярной области.

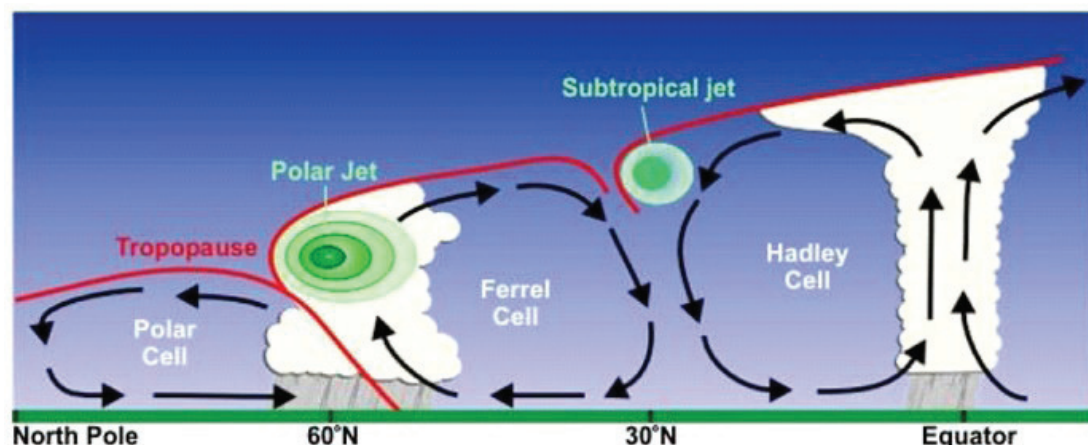


Рис. 6. Схема циркуляции атмосферы Северного полушария в меридианном разрезе: Северный полюс – экватор. Черными стрелками показаны ходы циркуляции в циркуляционных ячейках: приэкваториальной – Хэдли, притропической – Феррела и полярной

Fig. 6. 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

Каждый контур циркуляции имеет свою зону подъёма, переноса и разгрузки (опускания) воздуха. В зоне подъёма в приэкваториальной области влажный и лёгкий воздух устремляется вверх. По мере его подъёма, в результате понижения температуры в области высокой тропосферы, он охлаждается, водяные пары конденсируются и выпадают в виде дождей уже в начале переноса. В зоне разгрузки (опускания), куда поступают уже охлаждённые и сухие воздушные массы, они, по мере их приближения к земле, адеабатически расширяются, нагреваются и поступают к подстилающей поверхности экстремально сухими. В зоне контакта с подстилающей поверхностью поток воздуха разделяется на два противоположно направленных течения. Одно продолжает движение в направлении полюсов, постепенно обогащается влагой, нагревается от подстилающей поверхности и поднимается вверх, где формирует новый контур циркуляции – ячейку Феррела, другое – начинает возвратное движение в направлении экватора, также постепенно обогащается влагой, нагревается, поднимается вверх и замыкает свой исходный контур.

Описанный процесс играет важную роль в формировании структуры ландшафтной оболочки обоих полушарий, поскольку определяет степень увлажнения континентальных пространств.

Так, в контуре ячейки Хэдли зона влажных экваториальных лесов, следуя в Северном полушарии к югу от экватора, сменяется менее влаголюбивыми субтропическими лесами, далее – степной саванной, которая на широтах 25-35° с.ш. (конские широты) переходит в пояс великих пустынь: Сахара, Такла-Макан, Каракумы, Кызылкумы, Большой Бассейн Аризоны и др. Все они простираются в широтном направлении, трассируя внешний контур ячейки Хэдли. В полярных и приполярных областях известны также великие снежные пустыни Антарктиды

и Арктики. Именно здесь формируется мощный центр высокого давления, влияние которого не ограничивается только просторами Арктики и Антарктиды. В Северном полушарии эта область порождает холодные сбросовые компенсационные течения в виде приземных воздушных потоков. По долинам крупных рек и понижениям рельефа холодный воздух прорывается далеко к югу от полярного круга. Иногда, особенно в последние десятилетия, потоки холодного воздуха пересекают умеренный пояс и достигают притропических широт, принося туда в теплое время года волны холода, град и снегопады. Судя по материалам дендроиндикации, это явление имеет длительную историю. Кроме того, как показывают наблюдения Н.В. Ловелиуса и А.П. Исаева на полуострове Ямал и в долине р. Лены, в условиях развивающегося потепления не отмечено какое-либо продвижение северной границы леса в направлении берегов Северного Ледовитого океана (личное сообщение). При этом значительное продвижение верхней границы леса в горах Евразии и Северной Америки отмечается повсеместно [7].

В целом, на фоне роста солнечной активности и одновременного усиления динамики воздушных течений высокой атмосферы, усилилась динамика воздухообмена в контурах циркуляционных ячеек притропических, умеренных и полярных широт. Их границы, в зависимости от полушарий, сместились в северном и южном направлениях соответственно, принося на вновь «оккупированные» территории не только небывалые засухи, но и небывалой силы лесные пожары и пыльные бури. Этот эффект одновременно проявился на всех материках Северного и Южного полушарий. Его нельзя объяснить какими-либо другими факторами, помимо фактора усиления динамики глобальной циркуляции. При этом сопоставление вариаций солнечной активности, скорости вращения Земли и роста интенсивности Сибирского Центра действия атмосферы (ЦДА) обнаруживает высокую когерентность ($KMK > 80\%$) колебаний с периодом 11 ± 2 года. Кроме того, обнаруживается высокая когерентность ($KMK > 60\%$) вариаций смещения магнитного полюса Земли и изменений интенсивности Сибирского ЦДА в области низких частот (периоды 33 и 43 года) за последние десятилетия. В этом случае можно предположить параллели не только в динамике солнечной активности и Сибирского ЦДА, но и внутриземных процессов [4].

Уже не первый десяток лет в Якутии набирает силу теплый и сухой климатический интервал. Наиболее ярко аномалии природных процессов стали заметны в конце XX – начале XXI в., а затем в 2021–2022 гг. на максимумах нечетных 11-летних циклов СА, они проявились в широкомасштабных лесных пожарах и усилении динамики экзогенных геологических процессов.

На рис. 7. показана кривая СА в числах Вольфа с наложением на нее частотного графика возгораний лесов и площадей, пройденных огнем в Центральной Якутии более чем за 40-летний период. На диаграмме (см. рис. 7.) видно, что всплески лесных пожаров активизировались дважды в каждом 11-летнем цикле – на ветви подъема и на ветви спада, следуя непосредственно за переломными моментами – максимумами и минимумами. Проследить эту тенденцию оказалось возможным на более продолжительных пирологических рядах, полученных в урочища Чекченелех, Туннук анна, Куехсайылыга – Намский улус путем датировки лесных пожаров по огневым подсушинам на стволах модельных деревьев (сборы А.П. Исаева).

Судя по дендрохронологическим данным, в урочище Чекченелех за последние 245 лет произошло около двадцати возгораний лесов: в 1761, 1814, 1835, 1865, 1873, 1878, 1882, 1895, 1901, 1909, 1924, 1927, 1929, 1967, 1969, 1970, 1974, 1977, 1983 гг. В урочище Туннук анна за последние 217 лет возгорания лесов наблюдались в 1789, 1826, 1863, 1913, 1927, 1931, 1955, 1964, 1976, 1977 гг. В урочище Куехсайылыга, начиная с 1841 г., зафиксированы пожары в 1841, 1864, 1893, 1934, 1959, 1975 гг. При этом наибольший вред деревьям из урочища Чекченелех оказали пожары 1814, 1827, 1829 и 1977 гг.

В таблице показано распределение лесных пожаров в Центральной Якутии за последние 245 лет относительно минимума и максимума 11-летнего цикла СА (метод наложенных эпох).



Рис. 7. Диаграмма: числа Вольфа по Цюриху и количество возгораний и площадей, пройденных огнем в лесах Центральной Якутии (по материалам «Авиалесоохраны», данные нормированы)

Fig. 7. Diagram: Wolf numbers for Zurich and the number of fires and areas covered by fire in the forests of Central Yakutia (according to the materials of Avialesookhrana, the data are normalized)

Таблица – Распределение лесных пожаров на участках Чекченелех, Туннук анна, Куехсайылыга (Центральная Якутия) за последние 245 лет относительно минимума и максимума 11-летнего цикла СА (метод наложенных эпох)

Последовательность 11-летнего цикла	Ветвь подъема						Ветвь спада					
	Min	+1	+2	+3	+4	Max	+1	+2	+3	+4	+5	+6
Количество пожаров	5	6	1	2	2	1	5	4	3	2	0	3

Из таблицы видно, что максимумы активности лесных пожаров за последние 245 лет также тяготеют к минимумам и максимумам 11-летнего цикла. Учитывая современные тенденции климата, развивающегося под действием сухой и теплой фаз многовекового (1850-летнего) ритма А.В. Шнитникова и теплой фазы текущего векового ритма, риски активизации лесных пожаров в Якутии достаточно высоки, особенно на ветвях подъема и спада 11-летних циклов СА в непосредственной близости от максимумов и минимумов [8]. Мощные засухи, вызывающие лесные пожары, следует ожидать как в ближайшие годы, так и на переломных моментах по ходу 11-летнего ритма (максимумах и минимумах), и особенно на максимуме очередного нечетного цикла в начале 2040-х годов. Это необходимо учитывать при планировании, строительстве и эксплуатации нефтегазового Хаба на территории таежной зоны Якутии.

Закключение

Таким образом, к особенностям циркуляции атмосферы последних десятилетий следует отнести резкое усиление динамики меридианной составляющей экваториально-полюсного воздухообмена, что моделирует развитие современной волны потепления (см. рис. 2 и 3). В силу динамических причин в холодный период года в Северной Азии наблюдается усиление центров высокого давления в области локализации Сибирского антициклона, где вместо застоя и выхолаживания воздушных масс наблюдается их перемешивание. Именно этот эффект лежит в основе опережающего потепления зим в Якутии и его ведущей роли в потеплении всего Северного

полушария. Летом это явление приносит засухи и небывалые лесные пожары не только в Якутию и всю Сибирь, но и в курортные зоны Испании, Италии, Греции, Турции. Подобными процессами охвачены также антициклональные области США, Канады и Австралии.

В качестве первопричины этого глобального явления мы, вслед за М.С. Эйгенсоном и А.В. Дьяковым, называем усиление солнечной активности. В частности, нельзя не признать тот факт, что начало современной волны потепления было заложено на максимуме векового цикла СА XX столетия, когда зональная форма циркуляции атмосферы перешла в энергетически более эффективной меридианной воздухообмен. При этом само потепление проявилось только спустя два десятилетия – в самом конце ветви спада векового цикла XX в. и начале ветви подъема цикла XXI в., т.е. на минимуме векового цикла.

О значительных смещениях (до 20-30 лет) отклика морских гидрологических процессов по ходу векового цикла СА пишет И.В. Максимов [9]. Он связывает это смещение со временем реакции толщи океанических вод на импульсы СА. Специалисты тогда не поверили автору, но мы столкнулись именно с таким эффектом уже на континентальных материалах. По нашим данным, запаздывание отклика геофизических процессов на осцилляции векового цикла СА, как на море, так и на суше, по продолжительности близки к периоду реализации одного 22-летнего цикла Хэла (в два 11-летних), что составляет четверть фазы векового цикла. Сдвиг на ту же четверть фазы был обнаружен нами и в ходах среднегодовой температуры воздуха на ГМС Якутск, но уже по ходу 11-летних циклов СА [8]. Именно по этой причине Б.А. Слепцов-Шевлевич пишет о том, что окончание старого и начало нового 11-летнего цикла охватывает ещё два года [13].

В предыдущих исследованиях [10, 11] мы уже показали, что феномен запаздывания отклика природных процессов географической оболочки на осцилляции СА выходит за рамки вековых и внутривековых климатических фаз. Он присутствует в структуре тепло- и влагообеспеченности долгопериодических ритмов – 1850-летнего А.В. Шнитникова и 40700-летнего М. Миланковича [12]. Однако продолжительность периода запаздывания потепления/похолодания может отклоняться от $\frac{1}{4}$ фазы цикла в зависимости от соотношения площади обводнённости и оледенения планеты на момент «перевода стрелок» в механизме циркуляции. Последнее необходимо учитывать при разработке долгосрочных географических прогнозов.

Исходя из установленных закономерностей в режиме циркуляции атмосферы при современном потеплении, риски усиления динамики опасных природных процессов и явлений в Якутии, как и в других регионах планеты сохранятся, как минимум, на ближайшие два 11-летних солнечных цикла: 26-й и 27-й по Цюрихской нумерации. Максимального усиления динамики природных аномалий следует ожидать непосредственно вслед за переломными моментами этих циклов (максимумами и минимумами), особенно на максимумах нечетного цикла. Именно эти реперы нужно использовать при планировании превентивных мер инженерной защиты от лесных пожаров и экзогенных проявлений, в том числе на участки освоения нефтяных и газовых залежей Якутии.

В целом, как показали материалы наших исследований, усиление динамики всех изученных природных процессов и явлений энергетически связано с деятельностью Солнца и модулируются Солнцем через режим циркуляции атмосферы.

Литература

1. Дьяков, А.В. Предвидение погоды на длительные сроки на энерго-климатологической основе : монография / А.В. Дьяков. – Иркутск : Темир-Тау, 1953/2011. – 157 с. – Текст : непосредственный.
2. Лир, Э.С. Динамическая классификация процессов циркуляции атмосферы / Э.С. Лир. – Текст : непосредственный // Метеорология и гидрология. – 1936. – № 1-7. – С. 3-17.
3. Эйгенсон, М.С. Солнце, погода и климат : монография / М.С. Эйгенсон. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1963. – 273 с. – Текст : непосредственный

4. Кононова, Н.К. Типы и особенности циркуляции атмосферы / Н.К. Кононова. – Текст : непосредственная // *Фундаментальная и прикладная климатология*. – 2018. – № 3. – С. 108-123.
5. Корсунь, А. Сибирский антициклон: многолетние пространственно-временные связи / А. Корсунь, Г. Курбасова, А. Неушкин. – Текст : непосредственная // *Вестник Киевского национального университета имени Тараса Шевченко. Серия : Астрономическая*. – 2012. – № 49. – С. 40-44.
6. Воейков, А.И. Климаты земного шара, в особенности России : монография / А.И. Воейков. – Санкт-Петербург : Издательство картографического заведения А. Ильина. 1884. – 635 с. – Текст : непосредственный.
7. Поморцев, О.А. Биоклиматическая хронология голоцена / О.А. Поморцев, Е.П. Кашкаров, Н.В. Ловелиус. – Текст : непосредственный // *Вестник Северо-Восточного Федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия Науки о Земле*. – 2015. – № 3 (47). – С. 100-115.
8. Поморцев, О.А. В отражении солнечных циклов: Ритмы и климат Центральной экономической зоны Республики Саха (Якутия) : монография / О.А. Поморцев, А.А. Поморцева. – Санкт-Петербург : Лема, 2022. – 126 с. – Текст : непосредственный.
9. Максимов И.В. Геофизические силы и воды океана : монография / И.В. Максимов. – Ленинград. Гидрометеиздат, 1970. – 447 с. – Текст : непосредственный.
10. Кашкаров, Е.П. Глобальное потепление климата: ритмическая основа прогноза и её практическое значение в охране лесов Северного полушария / Е.П. Кашкаров, О.А. Поморцев. – Текст : непосредственный // *Хвойные бореальной зоны*. – 2007. – № 2-3. – С.207-216.
11. Поморцев, О.А. Потепление климата в зоне Сибирского антициклона / О.А. Поморцев, Е.П. Кашкаров. – Текст : непосредственная // *журнал Ритм – RhythmJournal*. – 2008. – № 1. – С. 128–150.
12. Максимов, Е.В. Учение о ритмах в природе : монография / Е.В. Максимов. – Санкт-Петербург. РГПУ им А.И. Герцена, 2000. – 117 с. – Текст : непосредственный.
13. Слепцов-Шевлевич, Б.А. Геофизические основы морских гидрологических прогнозов : монография / Б.А. Слепцов-Шевлевич. – Москва : Мортехинформреклам, 1991. – 109 с. – Текст : непосредственный.

References

1. D'jakov, A.V. Predvidenie pogody na dlitel'nye sroki na jenergo-klimatologicheskoy osnove : monografija / A.V. D'jakov. – Irkutsk Temir-Tau, 1953/2011. – 157 s. – Текст : neposredstvennyj.
2. Lir, Je.S. Dinamicheskaja klassifikacija processov cirkuljacii atmosfery / Je.S. Lir. – Текст : neposredstvennyj // *Meteorologija i gidrologija*. – 1936. – № 1-7. – S. 3-17.
3. Jeigenson, M.S. Solnce, pogoda i klimat : monografija / M.S. Jeigenson. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1963. – 273 s. – Текст : neposredstvennyj
4. Kononova, N.K. Tipy i osobennosti cirkuljacii atmosfery / N.K. Kononova. – Текст : neposredstvennaja // *Fundamental'naja i prikladnaja klimatologija*. – 2018. – № 3. – S. 108-123.
5. Korsun', A. Sibirskij anticiklon: mnogoletnie prostranstvenno-vremennye svjazi / A. Korsun', G. Kurbasova, A. Neushkin. – Текст : neposredstvennaja // *Vestnik Kievskogo nacional'nogo universiteta imeni Tarasa Shevchenko. Serija : Astronomicheskaja*, 2012. – № 49. – S. 40-44.
6. Voejkov, A.I. Klimaty zemnogo shara, v osobennosti Rossii : monografija / A.I. Voejkov. – Sankt-Peterburg : Izdatel'stvo kartograficheskogo zavedenija A. Il'ina, 1884. – 635 s. – Текст : neposredstvennyj.
7. Pomorcev, O.A. Bioklimaticheskaja hronologija golocena / O.A. Pomorcev, E.P. Kashkarov, N.V. Lovelius. – Текст : neposredstvennyj // *Vestnik Severo-Vostochnogo Federal'nogo universiteta imeni M.K. Ammosova. Serija Nauki o Zemle*. – 2015. – № 3 (47). – S. 100-115.
8. Pomorcev, O.A. V otrazhenii solnechnyh ciklov: Ritmy i klimat Central'noj jekonomicheskoy zony Respubliki Saha (Jakutija) : monografija / O.A. Pomorcev, A.A. Pomorceva. – Sankt-Peterburg : Lema, 2022. – 126 s. – Текст : neposredstvennyj.
9. Maksimov, I.V. Geofizicheskie sily i vody okeana : monografija / I.V. Maksimov. – Leningrad : Gidrometeoizdat, 1970. – 447 s. – Текст : neposredstvennyj.

10. Kashkarov, E.P. Global'noe poteplenie klimata: ritmicheskaja osnova prognoza i ejo prakticheskoe znachenie v ohrane lesov Severnogo polusharija / E.P. Kashkarov, O.A. Pomorcev. – Tekst : neposredstvennyj // Hvojnye boreal'noj zony. – 2007. – № 2-3. – S.207-216.
11. Pomorcev, O.A. Poteplenie klimata v zone Sibirskogo anticiklona / O.A. Pomorcev, E.P. Kashkarov. – Tekst : neposredstvennaja // zhurnal Ritm – RhythmJournal. – 2008. – № 1. – S. 128–150.
12. Maksimov, E.V. Uchenie o ritmah v prirode : monografija / E.V. Maksimov. – Sankt-Peterburg : RGPU im A.I. Gercena, 2000. – 117 s. – Tekst : neposredstvennyj.
13. Slepcev-Shevlevich, B.A. Geofizicheskie osnovy morskikh gidrologicheskikh prognozov : monografija / B.A. Slepcev-Shevlevich. – Moskva : Morteinformreklam, 1991. – 109 s. – Tekst : neposredstvennyj.

Сведения об авторах

ПОМОРЦЕВ Олег Александрович – 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 – Candidate of Geographic Sciences, Associate Professor of the Permafrost Science Department, Associate Professor of Applied Geology Department, Faculty of Geology and Survery, M. K. Ammosov North Eastern Federal University, e-mail: olegpomortsev@mail.ru

КАШКАРОВ Евгений Петрович – к. г. н., н. с. отдела биогеографии Международного института исследования ритмов, e-mail: e.kashkarov@gmail.com

KASHKAROV Eugene Petrovich – Candidate of Geographic Sciences, Research Scientist of Biogeography Department, International Rhythm Research Institute, e-mail: e.kashkarov@gmail.com