

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА АРКТИКИ И АНТАРКТИКИ – РЕЗУЛЬТАТ ДЕЙСТВИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ ПРИЧИН

д-р геогр. наук И.Е.ФРОЛОВ, д-р геогр. наук З.М.ГУДКОВИЧ,
канд. геогр. наук В.П.КАРКЛИН, канд. геогр. наук В.М.СМОЛЯНИЦКИЙ

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, aaricoor@aari.nw.ru

Данные метеорологических и ледовых наблюдений свидетельствуют, что в течение XX века на Земле происходил процесс потепления, который в отдельные периоды на значительных пространствах прерывался похолоданиями. Проблема предупреждения нежелательных последствий изменений климата требует выяснения основных причин этого явления. Многие климатологи считают, что оно вызвано накоплением в атмосфере парниковых газов техногенного происхождения. Однако наши исследования последних лет позволяют утверждать, что происходящие климатические изменения являются следствием воздействия естественных причин.

Для суждения об истинных механизмах изменений климата анализируются наиболее важные закономерности этого явления: циклический характер колебаний климата, изменения во времени и в пространстве, связь с общей циркуляцией атмосферы (ОЦА), а также с приходящей к Земле общей энергии Солнца.

Все рассмотренные закономерности находят объяснение в предложенной схеме действия естественных механизмов изменений климата в масштабе десятилетий и столетий. Наши прогнозы, основанные на учете естественных климатических циклов, существенно отличаются от результатов численных экспериментов с моделями климата. Вместо повышения температуры воздуха и уменьшения ледовитости Арктики мы прогнозируем понижение температуры к 2030–2040-м гг. и повышение ледовитости, а также сохранение циклического характера колебаний, характерных для XX века.

Ключевые слова: изменения климата, Арктика, Антарктика, общая энергия Солнца, солнечная активность, общая циркуляция атмосферы, полярные вихри.

Данные метеорологических, океанографических и ледовых наблюдений, выполненных в разных регионах нашей планеты, свидетельствуют, что в течение XX века происходили заметные изменения климата Земли. В этих изменениях преобладал процесс потепления, который в отдельные периоды на значительных пространствах прерывался похолоданиями. Данные об изменении температуры воздуха и ледовитости Арктики [22, 26] особенно важны для решения проблемы климата, поскольку на этих данных практически не сказывается влияние больших городов, где потепление XX века из-за наличия «островов искусственного тепла» проходило более интенсивно, чем в малонаселенных регионах [19, 32].

Интерес к изменениям климата в высоких широтах объясняется также и тем, что они затрагивают наиболее важные для человечества факторы – такие, как использование морских путей, добыча полезных ископаемых на морском шельфе, разрушение вечной мерзлоты, затопление прибрежных территорий из-за таяния ледников Арктики и Антарктики и т.д. Как будет показано ниже, именно в высоких широтах расположены основные очаги климатических изменений, оказывающих влияние на климат других регионов планеты.

Для того чтобы предупредить нежелательные последствия изменений климата, необходимо выяснить вопрос об основных причинах этих изменений. Однако в этом вопросе мнения климатологов существенно расходятся. Большинство ученых связывают потепление климата с парниковым эффектом, вызванным постепенным повышением содержания антропогенных парниковых газов (CO_2 и других) в атмосфере. Как известно, парниковые газы задерживают тепловое излучение поверхности Земли и тропосферы, вызывая повышение температуры. Свои выводы авторы теории антропогенного потепления подтверждают результатами расчетов по климатическим моделям общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО), адекватность которых реальным процессам, действующим в климатической системе Земли, опровергается сравнением с данными наблюдений. Эти результаты, полученные по разным моделям, различаются между собой в несколько раз [25].

При конструировании климатических моделей их авторы для оценки параметров, выражающих соотношение между концентрацией CO_2 и температурой воздуха, использовали данные наблюдений за 30-летний период в конце XX века, когда связь между этими характеристиками была положительной (коэффициент корреляции $R = 0,94$). Если бы для этой цели был взят предшествующий период той же продолжительности, когда указанная связь была отрицательной ($R = -0,88$), то модели бы описали «антипарниковый эффект»: повышение концентрации CO_2 – понижение температуры. Главная ошибка, допущенная «модельерами» климата, заключается в том, что потепление, происшедшее в конце XX века, было ими приписано действию антропогенных парниковых газов. При этом игнорировалось возможное влияние других причин, оказывающих решающее влияние на климат на протяжении длительного времени.

В работах видных российских и зарубежных климатологов и экологов содержатся серьезные критические замечания, касающиеся «парниковой теории» [1, 6, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 24, 27, 30, 31, 33, 34]. По мнению многих из них, парниковые свойства углекислого газа невелики, поэтому некоторое повышение его содержания в атмосфере в результате хозяйственной деятельности людей не может вызвать заметные изменения климата. В настоящее время средняя концентрация CO_2 в атмосфере составляет всего около 0,03 %.

В ряде исследований найдены *естественные* причины климатических изменений: колебания общей энергии солнечного излучения, влияние аэрозолей, вызванных вулканической деятельностью, автоколебательные процессы в системе океан – ледяной покров – атмосфера и прочее. В других работах место техногенных парниковых газов занимают другие следствия человеческой деятельности – изменение отражательной способности суши (альбедо) в связи с вырубкой лесов, развитием сельского хозяйства, выбросами в атмосферу сажи («черного углерода») и сульфатного аэрозоля.

Важную роль в этих процессах играют существующие в природе обратные связи, приводящие к реакции атмосферы (ее динамики, тепло-газообмена с океаном) на климатические изменения, вызываемые другими причинами. Немаловажное значение имеют и «триггерные механизмы», которые во много раз могут усиливать колебания, создаваемые процессами относительно малых энергий.

Некоторые ученые в качестве самостоятельных естественных климатообразующих факторов приводят колебания температуры поверхности океана в связи с изменениями океанических течений (Гольфстрим, явление Эль-Ниньо). Однако эти факторы, по-видимому, следует рассматривать в качестве производных от взаимосвязанных процессов общей циркуляции атмосферы (ОЦА), теплового и пресноводного балансов океана.

Как будет показано ниже, решающую роль в колебаниях климата авторы настоящей статьи, опираясь на результаты исследований ряда ученых, отводят изме-

нениям общего излучения Солнца, включающего солнечную активность, которая выражается в комплексе физических процессов на Солнце, приводящем к вариациям магнитных полей, интенсивности его корпускулярного и электромагнитного излучения [1, 10]. Предполагается, что причина этих вариаций кроется во взаимодействии гравитационных полей Солнца и планет [16, 17], приводящем к колебаниям положения Солнца относительно «центра масс» солнечной системы.

Суждение об истинных причинах изменений климата Земли можно составить путем анализа результатов изучения закономерностей этих изменений, вытекающих из тех или иных гипотез, их сравнения с реальными закономерностями, обнаруженными в природе. Наиболее важными из них являются: колебания климата во времени и в пространстве, их связь с общей циркулирующей атмосферы, с изменениями полной энергии, приходящей от Солнца.

Характерной особенностью климатических изменений *во времени* является квазипериодичность (циклическость). В масштабе десятков лет наиболее энергоемкими являются циклы продолжительностью около 60 и около 200 лет [1, 23]. С первым из них связана смена теплых и холодных эпох в полярных и умеренных широтах. Второй, *как предполагается*, в основном определяет наличие вековых трендов (относительно долговременных однонаправленных изменений), которые особенно заметны в умеренных и низких широтах.

Важно отметить, что величина тренда в климатических изменениях основных регионов Северного полушария, в отличие от концентрации парниковых газов, была максимальна в начале XX века и заметно уменьшилась к его концу [22, 36]. По мнению ряда ученых, потепление, происходившее на протяжении XX века, к его концу полностью прекратилось [12, 18] и даже сменилось похолоданием. При этом ускоряющийся от начала к концу века техногенный рост содержания парниковых газов в атмосфере стал заметным гораздо позже, чем началось потепление. Отмеченные особенности изменения трендов подтверждают предположение о циклическом характере этих явлений.

В начале XXI века в ходе температуры воздуха, ледовитости арктических морей и ряде показателей общей циркуляции атмосферы наметился перелом в сторону похолодания климата [11, 23, 26], хотя содержание CO₂ в атмосфере продолжало расти. Наименьших за последний век значений ледовитость северной полярной области достигла в 2007 г., после чего, вопреки ожиданиям ряда климатологов [3], она начала расти (табл. 1).

Приведенные в табл. 1 данные свидетельствуют, что рост ледовитости Арктики за последние годы соизмерим с ее уменьшением в арктических морях Евразийского шельфа за весь XX век (около 0,6 млн км²). Заметно сместилась к югу за последние годы и граница многолетних льдов, возросла их площадь в Арктическом бассейне.

О начавшемся похолодании Арктики говорит и тот факт, что в 1990-х гг. тренд индекса высокоширотной зональности, характеризующего среднюю раз-

Таблица 1

Площадь льдов в Северном Ледовитом океане (S) в сентябре

Годы	S, млн км ²	Отклонения, млн км ²	
		от среднего	от 2007 г.
1978–2009	6,584	–	–
2007	4,345	–2,239	–
2008	4,706	–1,878	+0,361
2009	5,200	–1,384	+0,855

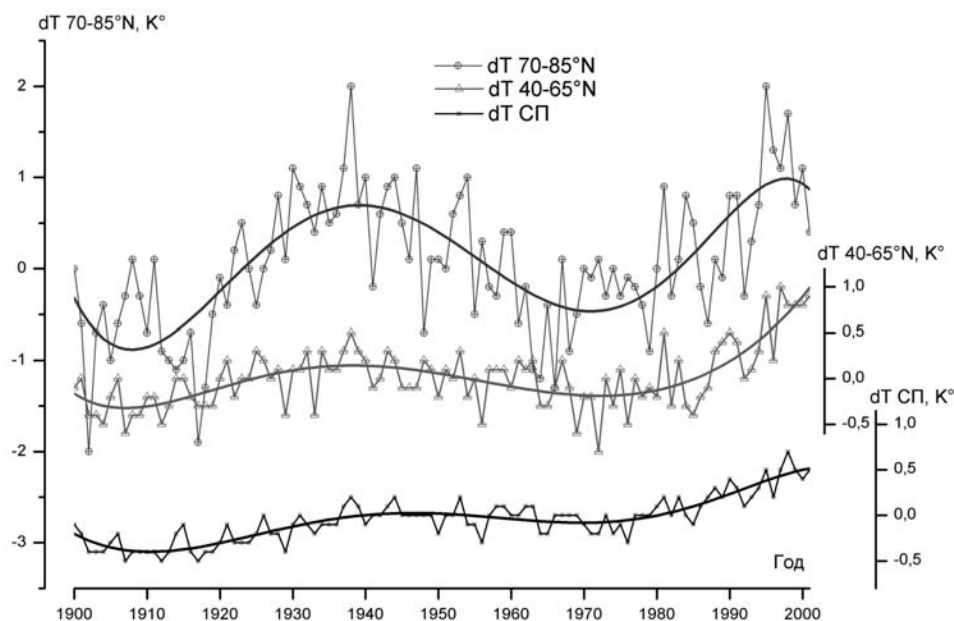


Рис. 1. Изменения аномалий среднегодовой поверхностной температуры воздуха в разных широтных зонах Северного полушария в XX в. (фактические и сглаженные полиномом 6-й степени)

ность высоты поверхности АТ-500 между 60 и 80° с.ш., изменил знак, а тренд повторяемости арктического антициклона стал положительным [11]. Это свидетельствует о происходящем переломе в изменениях климата, выразившемся в заполнении арктического циркумполярного вихря.

Как известно, содержание CO_2 в атмосфере Земли на протяжении XX века не испытывало заметных циклических изменений [15, 19 и др.]. Более крупномасштабные составляющие этих изменений, с которыми связано чередование ледниковых и межледниковых эпох, отстают от изменений температуры воздуха на сотни лет (эффект уменьшения растворимости этого газа в воде океанов при повышении температуры). Об этом свидетельствуют результаты анализов ледяных кернов из ледников Антарктиды и Гренландии [20].

Об изменениях *в пространстве* свидетельствуют такие факты, как хорошо выраженная зависимость величины и даже знака аномалий разных показателей климата от географической широты, подстилающей поверхности (океан или материк). Максимальные изменения климата в XX веке отмечались в высоких и умеренных широтах, минимальные — в низких широтах (рис. 1). Как видно, 60-летний цикл — явление преимущественно высокоширотное. Хорошо выраженный в Арктике, он слабо прослеживается в средних значениях по полушарию. В этом сказывается то обстоятельство, что площадь средних и низких широт Земли во много раз больше, чем высокоширотной области.

Значительны региональные различия климатических изменений между одноименными эпохами. Так, в эпоху современного потепления (конец XX — начало XXI веков), когда в летний период потепление Арктики достигло экстремальных величин, на значительных пространствах арктических морей (море Баффина и от Баренцева до Восточно-Сибирского), а также в Северной Атлантике в зим-

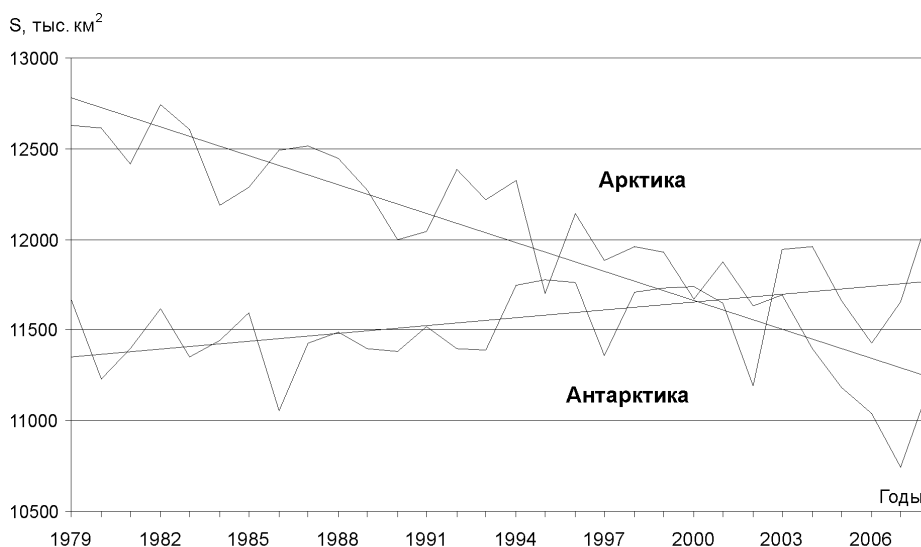


Рис. 2. Изменения среднегодовой ледовитости в Арктике и Антарктике за 1979–2008 гг.

нее полугодие отмечалось понижение температуры по сравнению с эпохой первого потепления (1930–1940-е гг.) [23]. В это время положительные аномалии температуры воздуха были максимальны над континентами Евразии и Северной Америки [2, 13, 23]. Важно отметить, что изменения климата в Арктике и Антарктике в рассматриваемую эпоху происходили в противофазе [9]. Как видно из рис. 2, среднегодовая ледовитость антарктических морей в 2008 г. достигла максимальных за весь ряд наблюдений величин, превысив общую площадь льдов в Арктике.

Следовательно, во время второй эпохи потепления (вековой максимум содержания CO_2 в атмосфере) на значительных пространствах Северного и Южного полушарий Земли отмечалось *похолодание* климата. Таким образом, «глобальное потепление» в конце XX – начале XXI веков вовсе не является глобальным. Отмеченные закономерности не воспроизводятся моделями «парниковой теории».

Многочисленные исследования [2, 5, 37 и др.] показали, что климатические колебания температуры воздуха сильно зависят от изменений *общей циркуляции атмосферы* (ОЦА). Последняя определяет не только адвекцию тепла или холода, но, что не менее важно, адвекцию паров воды (наиболее сильный парниковый газ) и облачность, от которой зависит эффективное излучение и альbedo системы Земля–атмосфера. На характеристику облачности, как известно, большое влияние оказывает тип барических систем (циклоны, антициклоны). Значительная роль этого фактора в изменениях климата рассмотрена в книге Б.Г.Шерстюкова [24].

Важной характеристикой ОЦА является *состояние полярных вихрей*, от которого зависит положение и интенсивность пояса западно-восточного переноса в тропосфере и нижней стратосфере. Данные наблюдений свидетельствуют, что в теплые эпохи полярные вихри углубляются (по сравнению с холодными эпохами) [10, 38]. При этом горизонтальные размеры вихря могут заметно изменяться: они тем больше, чем продолжительнее климатический цикл [22]. Важно отметить, что при углублении северного полярного вихря ослабевает арктический антициклон, а при заполнении вихря антициклон усиливается [11]. Его значительная роль в климатических изменениях, включая ледовитость арктических морей, была впер-

вые выявлена В.Ю.Визе [3]. Отмеченные климатические изменения ОЦА не воспроизводятся моделями, основанными на «парниковой теории» [8].

Климатические изменения, происходившие как в XX—начале XXI веков, так и на протяжении последних столетий, хорошо коррелируют с изменениями *общей радиации Солнца* (Total Solar Irradiance – TSI), важной составляющей которой является солнечная активность. В статье [9] изменения среднегодовых аномалий температуры воздуха ΔT_a в зоне к северу от 62° с.ш. сопоставлены с величинами TSI, полученными в результате композиции наблюдений за солнечными пятнами и общей радиацией Солнца [10, 33], а также с содержанием CO₂ в атмосфере. В результате оказалось, что сглаженная кривая изменений аномалии температуры весьма точно следует за аналогичной кривой TSI, отставая от нее примерно на 6 лет. Коэффициент корреляции этой зависимости $R = 0,81$, тогда как связь с содержанием CO₂ выражена весьма слабо ($R = 0,45$). Обе упомянутые кривые (ΔT_a и TSI) хорошо отражают главные особенности изменений климата: вековой тренд потепления и 60-летние колебания.

Использование изотопных анализов радионуклидов космического происхождения в кернах льда из ледников Антарктиды и Гренландии позволило реконструировать числа Вольфа за несколько столетий [32, 34]. Осредненные графики таких реконструкций удивительно напоминают реконструкции температурных аномалий земного климата [10, 29].

Изложенное выше дает основание считать, что основной причиной изменения климата Земли являются вызванные астрономическими факторами – гравитационным взаимодействием Солнца и планет – естественные колебания полной энергии Солнца (включая солнечную активность), поступающей к Земле. Как показано в [10], размах этих колебаний достигает примерно 4 Вт/м². По данным, опубликованным С.П.Горшковым [5], эта величина вдвое меньше (около 2 Вт/м²). Учитывая, однако, что поток заряженных частиц солнечного ветра, проникая в стратосферу Земли, под действием магнитного поля отклоняется к полюсам, изменения плотности потока энергии в высоких широтах возрастает на порядок. Это во много раз превосходит сильно завышенные максимальные энергетические оценки влияния парниковых газов при ожидаемом к середине XXI века удвоении их концентрации по сравнению с современной.

Колебания энергетического воздействия на атмосферу Земли (главным образом в областях полярных вихрей) вызывает изменения ОЦА, что выражается в интенсивности и положении пояса западных переносов в атмосфере, состоянии континентальных антициклонов, распределении аномалий температуры воздуха, количества осадков, объема речного стока, циркуляции вод и льдов, следовательно, в изменениях климатической системы Земли [22, 26]. Из-за географических особенностей Южного полушария, где отсутствуют континентальные антициклоны в зоне преобладания западных переносов, ослабление последних, как и смещение циклонической активности к северу (от Антарктиды), создает условия для похолодания – подобно тому, как это происходит в Арктике в зимний период. Другой причиной оппозиции колебаний климата в Арктике и Антарктике, возможно, является изменение расстояния между Землей и Солнцем в связи с явлением «диссимметрии» солнечной системы. Как показали расчеты [8], аномалии этого расстояния вблизи перигелия (зима в Северном полушарии) и афелия (зима в Южном полушарии) имеют противоположный знак, поэтому по-разному отражаются на гидрометеорологических условиях каждого из полушарий на протяжении 60-летних циклов.

Таким образом, рассмотренные выше закономерности климатических изменений нашли обоснованное объяснение с позиций действия естественных причин.

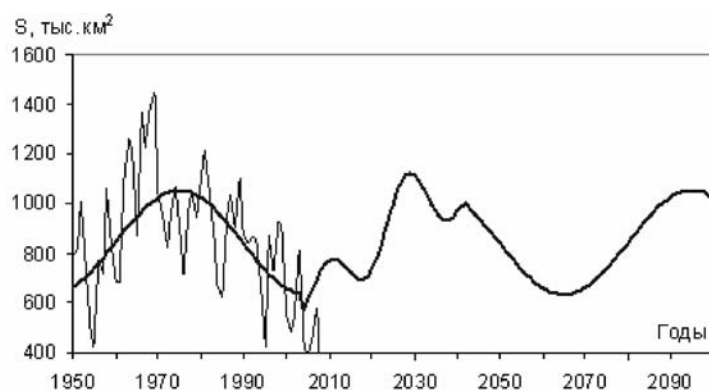


Рис. 3. Наблюдаемые и сглаженные значения площади льдов в арктических морях Евразийского шельфа в августе и ожидаемые ее значения в XXI веке

Как известно, климатические модели, лежащие в основе «парниковой теории», совершенно не учитывают влияния долговременных колебаний энергии Солнца на климат Земли, в частности на состояние полярных вихрей и их влияние на ОЦА.

Разное понимание основных причин изменений климата приводит к различным представлениям об ожидаемых климатических аномалиях в XXI веке. Сторонники «парниковой теории» предсказывают ускоряющийся рост глобального потепления — вплоть до полного исчезновения арктических льдов в 80-е годы текущего века [3], катастрофическое повышение уровня морей в результате таяния ледников и другие беды. Полученные нами результаты, опубликованные в последние годы, указывают на большую вероятность похолодания климата под влиянием естественных процессов.

Наши прогнозы (рис. 3), основанные на учете естественных климатических циклов [7, 8, 22, 26], существенно отличаются от результатов численных экспериментов с моделями климата. При построении этого рисунка использованы средние для XX века характеристики 60-летнего и 20-летнего циклов, а также величина тренда во второй половине века с обратным знаком (ввиду того, что примерно на рубеже веков фаза потепления, связанного с 200-летним циклом, сменилась фазой похолодания) [1]. Вместо повышения температуры воздуха и уменьшения ледовитости Арктики мы предполагаем понижение температуры к 2030–2040-м гг. и повышение ледовитости (последнее наиболее заметно в приатлантических арктических морях). В дальнейшем должны сохраниться циклические колебания, характерные для XX века. Сохраняется неопределенность в оценке влияния долговременного тренда. Если он полностью связан с действием 200-летнего цикла, присутствующего как в изменениях климата, так и активности Солнца, то похолодание во второй половине XXI века окажется сильнее, чем показано на рис. 3. Влияние более продолжительных циклов может несколько смягчить этот процесс.

Одной из задач прошедшей 10–11 ноября 2009 г. в Москве Международной научно-практической конференции, посвященной глобальным изменениям климата, была разработка механизмов адаптации к климатическим изменениям. Поскольку большинство участников приняло «на веру» выводы «парниковой теории», предложения по адаптации сводились к сокращению выбросов углекислого газа и его захоронению, а также к экранизации солнечной радиации путем создания искусственного аэрозоля. Это, по мнению авторов предложений, предотвратило бы процесс потепления.

Многие ученые в России и за рубежом неоднократно доказывали бессмысленность Киотского протокола, поскольку планируемое им сокращение выбросов CO₂ составляет очень малую величину в глобальном балансе этого газа, практически не отражается на изменениях климата.

В свете изложенного более важными следует считать мероприятия по адаптации к возможному похолоданию климата. Это особенно важно, учитывая, что похолодание климата наносит особо тяжелый урон населению и хозяйству России. Напомним, что наиболее жестокие засухи, сопровождавшиеся гибелью людей, происходили именно в холодные для территории России эпохи. К ним относятся «смутное время» конца XVI – начала XVII веков, совпавшее с эпохой Маундера (минимум активности Солнца), период конца 1920-х – начала 1930-х гг., сопровождавшийся «голодомором» на Украине, в Поволжье, Казахстане и падением уровня Каспия на 2 м. Даже засухи в Сахеле (Северная Африка), принесящие гибель 250 тыс. людей, пришлись на эпоху похолодания 1960-х – 1970-х гг. Ослабление западных переносов в атмосфере и уменьшение влажности воздуха, что характерно для таких эпох, объясняют указанные явления.

Эпохи потепления отличались более благоприятными условиями (высокие урожаи, уменьшение расхода энергии, рост продолжительности навигаций в ледовитых морях и проч.). Не оправдались и опасения относительно резкого сокращения зоны вечной мерзлоты и «глобального потопа» из-за таяния ледников (ледниковый покров Антарктиды продолжает расти). Так нужен ли миру новый Киотский протокол?

Конечно, прекращение борьбы с выбросами парниковых газов не означает отказа от мероприятий, направленных на сокращение загрязнений земли, атмосферы и океана, уничтожение лесов, на повышение урожайности. Наоборот, высвобождение ресурсов, выделяемых понапрасну на предотвращение временного потепления, заметно увеличит возможности осуществления упомянутых мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдусаматов Х.И.* Солнце диктует климат. СПб.: Изд-во «Логос», 2009. 198 с.
2. *Алексеев Г.В.* Исследование изменений климата Арктики в XX столетии // Тр. ААНИИ. 2003. Т. 446. С. 6–21.
3. *Алексеев Г.В., Данилов А.И., Катцов В.М., Кузьмина С.И., Иванов Н.Е.* Изменение площади морских льдов Северного полушария в XX и XXI веках по данным наблюдений и моделирования // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2009. Т. 45. № 6. С. 723–735.
4. *Визе В.Ю.* Основы долгосрочных ледовых прогнозов для арктических морей // Тр. АНИИ. 1944. Т. 190. 274 с.
5. *Воробьев В.Н., Смирнов Н.П.* Арктический антициклон и динамика климата северной полярной области. СПб.: Изд. РГГМУ, 2003. 82 с.
6. *Горшков С.П.* Учение о биосфере: Введение. М.: Географ. ф-т МГУ, 2007. 118 с.
7. *Гудкович З.М. и Ковалев Е.Г.* Колебания ледовитости российских арктических морей в XX веке и оценка ее возможных изменений в XXI веке // Научно-практическое совещание: Гидрометеорологическое обеспечение хозяйственной деятельности в Арктике и замерзающих морях. Санкт-Петербург, 27–29 марта 2002 г. Доклады. СПб.: Гидрометеоздат, 2002. С. 36–45.
8. *Гудкович З.М., Карклин В.П., Фролов И.Е.* Внутривековые изменения климата, площади ледяного покрова, Евразийских арктических морей и их возможные причины // Метеорология и гидрология. 2005. № 6. С. 5–14.
9. *Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалев Е.Г., Смоляницкий В.М., Фролов И.Е.* Изменения морского ледяного покрова и других составляющих климатической системы в Арктике и Антарктике в связи с эволюцией полярных вихрей // Проблемы Арктики и Антарктики. 2008. № 1 (78). С. 48–58.

10. Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М., Фролов И.Е. О характере и причинах изменений климата Земли // Проблемы Арктики и Антарктики. 2009. № 1 (81). С. 15–23.
11. Дмитриев А.А., Белязо В.А. Космос, планетарная климатическая изменчивость и атмосфера полярных регионов. СПб.: Гидрометеиздат, 2006. 360 с.
12. Илларионов А.Н. Тезисы о климатических изменениях. URL: http://www.gazeta.ru/.../2009/12/05_a_3294962.shtml. [Дата обращения 7.12.2009]
13. Клименко В.В. Климатическая сенсация. Что нас ожидает в ближайшем и отдаленном будущем? (Лекции проекта «Публичные лекции «Полит.ру»). URL: www.polit.ru/lectures/2007/02/15/klimenko.html. [Дата обращения 15.02.2009]
14. Кондратьев К.Я. Изменения глобального климата: нерешенные проблемы // Метеорология и гидрология. 2004. № 6. С. 118–127.
15. Кляиторин Л.Б., Любушин А.А. О зависимости глобальной температурной аномалии от мирового потребления топлива // Современные глобальные изменения природной среды: В 2 т. М.: Научный мир, 2006. Т. 2. С. 537–543.
16. Монин А.С. Влияние планет на климат Земли // Глобальные изменения природной среды (климат и водный режим). М.: Научный мир, 2000. С. 122–128.
17. Монин А.С., Сонечкин Д.М. Колебания климата по данным наблюдений. М.: Наука, 2005. 192 с.
18. Покровский О.М. Экономические, политические и физические аспекты изменений климата // Проблемы анализа риска. 2009. Т. 6. № 4. С. 48–75.
19. Сорохтин О.Г. Парниковый эффект: миф и реальность // Вестник РАЕН. 2002. Т. 1. № 1. С. 8–21.
20. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. М.: Изд-во МГУ, 2002. 560 с.
21. Формирование и динамика современного климата / Под ред. Г.В.Алексеева. СПб.: Гидрометеиздат, 2004. 266 с.
22. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Ковалев Е.Г., Смоляницкий В.М. Научные исследования в Арктике. Т. 2. Климатические изменения ледяного покрова морей Евразийского шельфа. СПб.: Наука, 2007. 136 с.
23. Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М. 60-летняя цикличность в изменениях климата полярных регионов // Материалы гляциологических исследований. 2008. Т. 105. С. 158–165.
24. Шерстюков Б.Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», 2008. 247 с.
25. IPCC. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / S.Solomon, D.Qin, M.Manning, Z.Chen, M.Marquis, K.B.Averyt, M.Tignor and H.L.Miller, eds. Cambridge, UK, and New York: Cambridge University Press, 2007. 996 p.
26. Frolov I.E., Gudkovich Z.M., Karklin V.P., Kovalev Ye.G., Smolyanitsky V.M. Climate Change in Eurasian Arctic Shelf Seas. Centennial Ice Cover Observations. Chichester, UK: Praxis Publishing Ltd., 2009. 164 p.
27. Hoyt D.V., Schatten K.H. A discussion of plausible solar irradiance variations, 1700–1992 // J. Geophys. Res. 1993. Vol. 98(A11).. P. 18895–18906.
28. Klotzbach P.J., Gray W.M. Extended Range Forecast of Atlantic Seasonal Hurricane Activity and Landfall Strike Probability for 2010 (PDF Format) // The Tropical Meteorology Project. Colorado State University, 2009. P. 1–34.
29. Mann M.E., Zhang Z., Hughes M.K., Bradley R.S., Miller S.K., Rutherford S., Ni F. Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia // The National Academy of Sciences of the USA. 2008. Vol. 105. № 36. P. 13252–13257.
30. Polyakov I.V., Johnson M.A. Arctic decadal and interdecadal variability // Geophysical Research Letters. 2000. № 27 (24). P. 4097–4100.
31. Rapp D. Assessing Climate Change. Heidelberg, Germany; Chichester, UK: Springer; Praxis, 2008. 374 p.

32. *Singer S.F. et al.* Nature, Not Human Activity, Rules the Climate: Summary for Policymakers of the Report of Nongovernmental International Panel on Climate Change. Chicago, IL: The Heartland Institute, 2008. 40 p.
33. *Solanki S.K., Usoskin I.G., Kromer B., Schussler M., Beer J.* Unusual activity of the Sun during recent decades compared to the previous 11,000 years // *Nature*. 2004. Vol. 431. P. 1084–1087.
34. *Soon W.W.-H.* Variable solar irradiance as a plausible agent for multidecadal variations in the Arctic-wide surface air temperature record of the past 130 years // *Geophysical Research Letters*. 2005. Vol. 32. doi:10.1029/2005GL023429
35. *Usoskin I.G., Solanki S.K., Schussler M., Mursula K., Alanko K.* Millennium-Scale Sunspot Number Reconstruction: Evidence for an Unusually Active Sun since the 1940s // *Physical Review Letters*. 2003. Vol. 91. № 21. P. 211101-1–211101-4.
36. *Vinje T.* Anomalies and trends of sea ice extends and atmospheric circulation in the Nordic Seas during the period 1864–1998 // *Journal of Climate*. 2001. Vol. 14. P. 255–267.
37. *Wallace J.M., Zhang Y., Renwick J.A.* Dynamic contribution to hemispheric mean temperature trends // *Science*. 1995. Vol. 270. P. 780–783.
38. *Walsh J. E., Chapman W.L., Shy T.L.* Recent decrease in sea level pressure in the central Arctic // *Journal of Climate*. 1995. Vol. 9 (2). P. 420–486.

I.E.FROLOV, Z.M.GUDKOVICH, V.P.KARKLIN, V.M.SMOLYANITSKY

CLIMATE CHANGE IN THE ARCTIC AND ANTARCTIC – RESULT OF NATURAL CAUSES

Meteorological and ice observations indicate that during the XX century the Earth underwent a process of warming, which during some periods was interrupted by cooling over large areas. The challenge of preventing adverse effects of climate change requires identification of the main causes of this phenomenon. Many climatologists believe that it is caused by the accumulation of greenhouse gases of anthropogenic origin in the atmosphere. However, our recent studies suggest that ongoing climatic changes are a consequence of natural causes.

To assess the true mechanisms of climate change, the most important features of this phenomenon are analyzed: the cyclical nature of climate fluctuations, its changes in time and space, relationship with the general circulation of the atmosphere (GCA), as well as incoming total solar radiation.

All considered regularities can be explained in the proposed scheme of the natural mechanisms of climate change of decadal and centennial scales. Our projections, based on consideration of natural climate cycles, differ significantly from the results of numerical experiments with climate models. Instead of increasing temperatures and decreasing ice cover in the Arctic, we forecast a drop in temperature towards 2030 – 2040th and increase of ice cover, as well as preservation of the cyclic nature of changes which were characteristic for the XX century.

Key words: climate change, Arctic, Antarctic, total solar radiation, solar activity, general circulation of atmosphere, polar vortices.