

УДК 551.524.34

**РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В УСЛОВИЯХ
ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ**

Доктор геогр. наук Е.Н. Вилесов

Обсуждаются связанные с глобальным потеплением изменения основных климатических величин – температуры воздуха и атмосферных осадков за период инструментальных наблюдений в планетарном масштабе и на уровне регионов (Россия, Казахстан). Рассматриваются изменения ряда компонентов природной среды, обусловленные потеплением климата.

Проблема современных изменений климата и природной среды в целом является ныне беспрецедентно актуальной из-за естественных причин, а также усиливающегося воздействия антропогенных факторов, в частности, продолжающегося роста концентрации углекислого и других парниковых газов в атмосфере Земли. Наиболее яркой особенностью изменения климата минувшего столетия является его прогрессирующее глобальное потепление. По существующим оценкам [7, 12], средняя глобальная температура воздуха (СГТВ) за последние сто лет увеличилась на $0,6 \pm 0,2$ °С. Анализ её рядов по многим метеостанциям позволил выявить временную неоднородность этого потепления: в период 1910...1946 гг. имело место незначительное потепление, в 1947...1975 гг. – слабое похолодание, начиная с 1976 г. наступила фаза наиболее интенсивного потепления, продолжающаяся и в настоящее время (рис. 1, по [21]). Скорость повышения СГТВ после 1976 г. была почти в 3 раза выше, чем за последнее столетие в целом [19].

Авторами работы [1] выявлена факторная обусловленность отмеченных колебаний СГТВ. Так, потепления 20 столетия развивались на фоне увеличения частоты и интенсивности теплой фазы Южного колебания – Эль-Ниньо (ЭНЮК), а при похолодании 1947...1975 гг. в поведении ЭНЮК преобладала тенденция к увеличению повторяемости его холодной фазы – Ла-Нинья. Резкие аномалии глобальной температуры в отдельные годы метеорологи связывают с воздействием различных факторов. Обычно после крупных извержений вулканов на огромных площадях наблюдались аномальные оптические явления в атмосфере, приводящие к планетарным изменениям радиационного и термического режима в результате

распространения атмосферного аэрозоля. Так, понижение глобальной температуры в 1993 г. связывают именно с охлаждающим эффектом аэрозолей, попавших в атмосферу при самом сильном в 20 веке извержении вулкана Пинатубо (июнь 1991 г., о. Лусон, Филиппины), а также ряда вулканов в Андах: 1992 г. – Руис, Колумбия, 1993 г. – Гуаллатиери, Чили, и Эль-Галерас, Колумбия. Возможно, свою лепту в загрязнение атмосферы, в частности, в нашем центральноазиатском регионе, внесли продукты горения кувейтских нефтепромыслов во время военных действий Ирака против Кувейта в начале 90-х гг. Кстати, на юге Казахстана (М Кызылорда) температура воздуха в 1993 г. была на 0,8 °С ниже своей многолетней нормы. Соответственно, повышение температуры приземного слоя происходит после очищения от вулканических и др. аэрозолей и увеличения прозрачности атмосферы. Кроме того, в [1] для объяснения многолетней динамики СГТВ использовались также данные геофизического мониторинга – средние годовые значения чисел Вольфа, концентрации CO₂, геомагнитной активности, ледовитости Арктики, прозрачности атмосферы.

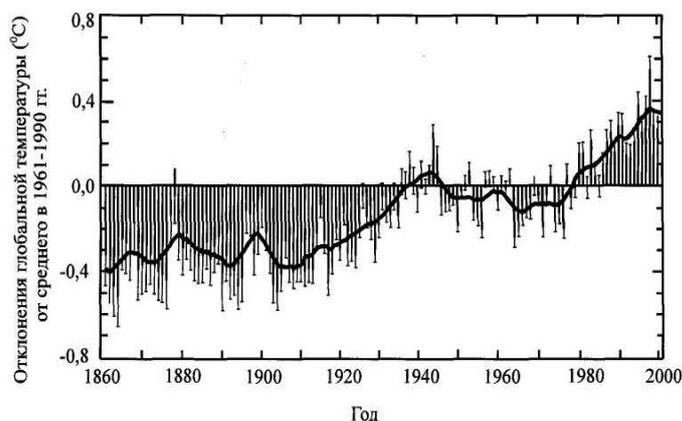


Рис. 1. Рост глобальной температуры приземного слоя воздуха с учётом территории суши и морской поверхности [21].

Установлено, что темпы потепления за 1856...2001 гг. составили для северного полушария 0,39 °С/100 лет, южного – 0,43 °С/100 лет и для Земли в целом – 0,41°С/100 лет. Вековой ход средних годовых температур воздуха в южном полушарии отличается большей устойчивостью и большей продолжительностью фаз потеплений, чем похолоданий. Однако со второй половины 20 в. скорость потепления в южном полушарии заметно уменьшилась и оказалась почти в два раза меньше, чем в северном, в котором находится большая часть поверхности суши и больше разнообразных производств.

Особенностью потепления последних десятилетий, зафиксированного мировой сетью инструментальных метеорологических наблюдений, судя по данным Межправительственной комиссии экспертов по изменениям климата (МГЭИК), в которую входит около 2000 климатологов, является то, что оно охватывает также и тропическую зону планеты. При этом в умеренных и высоких широтах северного полушария оно выражено в основном в холодное время года, тогда как в 1910...1946 гг. потепление происходило и зимой, и летом.

Начиная с 1856 г. и по настоящее время средняя по северному полушарию температура приземного воздуха t , по расчетам [18], повышается согласно уравнению линейного тренда: $t = 0,0046 \tau + 14,155$. Как указывалось выше, за столетие 1890...1990 СГТВ на Земле выросла на 0,6 °С. На те же 0,6 °С она поднялась за десятилетие 1991...2000. А к 2007 г., относительно 1990 г., на планете стало еще теплее почти на 2 °С.

Самые низкие температуры в северном полушарии были зарегистрированы почти 200 лет назад – в 1812 г. Наиболее низкая температура за исследуемый 150-летний период, равная 14,0 °С, отмечена в 1862 г. В первую половину 20 столетия, при потеплении, зафиксированный первый максимум температуры в 1943 г. составил 14,81 °С.

Межгодовые колебания при повышении температуры в конце 20 в. не превышали 0,5 °С. В последние десятилетия постоянно увеличивается доля площади, занятая положительной аномалией средней годовой температуры в северном полушарии. Эта доля в 2005 г., по оценке [18], составила около 88 % площади всего полушария, т.е. практически вся его территория была охвачена положительной аномалией.

По данным климатического мониторинга, процесс потепления в глобальном масштабе во второй половине 20 в. заметно ускорился. С 1950 по 1993 г. ночная минимальная температура воздуха над сушей повышалась примерно на 0,2 °С/10 лет, почти вдвое превысив повышение максимальной дневной температуры, что привело к удлинению безморозного периода в средних и высоких широтах.

В большинстве районов этих широт северного полушария количество атмосферных осадков в 20 в. увеличивалось на 0,5...1 %/10 лет, при этом во второй половине столетия возросла повторяемость сильных осадков. Произошло уменьшение площади снежного покрова примерно на 10 %.

Во второй половине 20 столетия температуры воздуха в северном полушарии были выше, чем в любой другой 50-летний период за послед-

ние 500, а то и 1500 лет. Десятилетие же 1997...2006 гг. является наиболее теплой декадой за все время регистрации температуры на Земле. Пять самых теплых лет из указанных десяти по мере увеличения температуры расположились в таком порядке: 2003, 2002, 1998, 2005 и 2006. Для территории нашей страны, во всяком случае, для её южной части, по данным наблюдений на ОГМС Алма-Ата, аналогичный ряд выглядит следующим образом: 2002, 1997, 2005, 2004 и 2006. Между прочим, в 2006 г. отмечена наиболее обширная озоновая дыра в Антарктиде за весь период наблюдений. 2006 год был самым теплым в истории в ряде стран мира – в Китае, Великобритании, Испании, Нидерландах, Австралии; в США и Канаде более теплым был только 1998 г. [22]. По прогнозам экспертов Всемирной метеорологической организации (ВМО), ожидается, что 2007 г. побьет все предыдущие температурные рекорды (в масштабах планеты).

Во временном ходе ряда климатических величин для обоих полушарий достаточно резко выделяются показатели 1998 г., который оказался самым теплым за 144 года (1860...2003 гг.) метеоизмерений. Многие климатологи считают, что существенный вклад в возникновение температурного экстремума в этом году внесло необычно сильное явление Эль-Ниньо, существовавшее в течение первой половины года и сопровождавшееся беспрецедентным повышением температуры воды в западной и центральной частях Индийского океана.

По сравнению со средним значением приземной температуры воздуха за период 1961...1990 гг., рекомендованный ВМО в качестве базового для расчета климатической нормы, СГТВ за 1998 г. была на 0,54 °C выше. Однако возникает резонный вопрос – а так ли уж велико воздействие Эль-Ниньо на возникновение климатических аномалий в столь отдаленных от области его проявления регионах, как, скажем, Европа? Ведь, к примеру, в 2005, 2006 и 2007 гг. Эль-Ниньо отсутствовало, тем не менее, величина СГТВ неуклонно повышалась.

Одним из индикаторов потепления климата является уменьшение толщины паковых льдов Арктики с 3,12 м в 1960-е гг. до 1,8 м в 1990-е гг., а площадь распространения сезонных морских льдов постоянно сокращалась на 2,8 %/10 лет. Полученная со спутников информация говорит о том, что за последнюю четверть 20 в. площадь морского льда в Арктике сократилась на 8...10 %, а 2004 г. оказался третьим годом подряд, когда потери морского льда достигали экстремальных величин. Атмосфера Арктики особенно потеплела в двух регионах – на северо-западе Канады и Аляски

и севере Восточной Сибири. Если в 30-е гг. 20 в. потепление наблюдалось лишь в высоких широтах из-за активного поступления воздуха из умеренных широт, то современное потепление Арктики отражает тренд потепления в масштабах полушария. Во второй половине 21 в. Арктика вообще может остаться без ледового покрова круглый год. Аналогичные изменения наблюдаются и на шельфовых ледниках Антарктиды [6]. По сообщению пресс-службы NASA, в 2006/07 г. спутник QuikScat впервые в истории исследования Антарктиды зарегистрировал летнее таяние снега на огромной территории внутренних районов континента [17].

На рубеже столетий глобальное потепление способствовало развитию экстремального полярного туризма. Особенно популярными (и весьма выгодными для туристских фирм) стали экскурсионные маршруты на север Гренландии, Свальбард (Шпицберген) и, конечно, на «ледяную макушку» планеты – Северный полюс (СП). Стоимость экскурсии на СП на российских атомных ледоколах – 10000 \$.

Глобальное потепление повсеместно, в том числе и в горах юго-восточного Казахстана, способствует интенсивному отступанию, абляции и отрицательному балансу ледников Земли [2, 23]. Особенно интенсивно тают ледники Альп, Каскадных гор, экваториальных Анд, Африки. Как показывают наши расчеты [4], совсем скоро, к 2020 г., окончательно исчезнут снега и льды самой высокой африканской вершины – Килиманджаро (5895 м). Наши дети и внуки будут воспринимать «Снега Килиманджаро» Э. Хемингуэя так же, как сегодня мы воспринимаем Гомеровские «Илиаду» и «Одиссея». По оценкам, только за счет таяния и уменьшения ледниковых запасов планеты уровень Мирового океана в современный период повышается со скоростью порядка 1 мм/год.

Следует заметить, что для состояния окружающей среды и человека большее значение имеют не плавные изменения температуры на Земле, а формирование климатических и погодных контрастов на региональном уровне, приводящих к возникновению экстремальных ситуаций – сильных морозов и засух, штормов, снегопадов, ливней и т.п.

Глобальное потепление климата проявляется в широком круге природных процессов, в частности, в сроках образования и разрушения ледового покрова на реках и озерах – важных индикаторах климата переходных сезонов года. На большинстве рек отмечается статистически значимое смягчение ледового режима, т.е. сроки появления льда становятся более поздними, а сроки вскрытия – более ранними. Линейный тренд сро-

ков появления льда составляет 10...20 сут /100 лет. К середине 21 в. южная граница многолетней мерзлоты в России и Канаде может отодвинуться на 500...600 км к северу.

С потеплением связана миграция ряда животных и насекомых в более северные районы. Так, один из самых ядовитых пауков – каракурт, прозванный в народе «черной вдовой» и обитавший до недавнего времени лишь в пустынях и полупустынях, ныне встречается в степях и лесостепях Костанайской области.

За последние десятилетия произошли заметные изменения агроклиматических условий, в частности, повышение сумм осадков, повсеместное увеличение повторяемости теплых и мягких зим. Согласно Э.Я. Раньковой [19], в России в 20 в. во все сезоны наблюдался рост температуры, по своей величине превосходящий оценки для северного полушария и земного шара в целом. За последние полвека тренд снизился для теплого периода, но заметно усилился для холодного.

Для территории России интенсивность потепления за столетие (1901...2000 гг.) составила в среднем 0,9 °C/100 лет. Наиболее интенсивный тренд имеет место в Прибайкалье и Забайкалье – 3,5...4,0 °C/100 лет. Для России в целом потепление более заметно зимой и весной, тренд составляет, соответственно, 4,7 °C/100 лет и 2,9 °C/100 лет.

Детальный обзор климатических изменений на территории равнинного Казахстана за прошедшее столетие, по данным 11 «длиннорядных» метеостанций, представлен в работе С.А. Долгих с соавторами [10]. За 110 лет (1894...2003 гг.) линейный тренд годовой температуры на всех 11 метеостанциях (М) был положительным и варьировался в диапазоне от 0,08 °C/10 лет на М Туркестан до 0,21 °C/10 лет на М Атырау и ОГМС Алма-Ата. Уравнение температурного тренда для Алма-Аты: $t = 1,764 \tau + 511,6$. Что касается осадков, то их изменение по территории носит более сложный характер, их годовые тренды неоднозначны, составляя положительные значения на М Петропавловск, Кокпекты, Зайсан, Кызылорда, Туркестан и ОГМС Алма-Ата и отрицательные – на М Акмола, Атбасар, Атырау, Семипалатинск и Казалинск. В качестве примера на рис. 2 и 3 приведены графики межгодового хода температуры воздуха и осадков на М Кызылорда за 105-летний период (1901...2005 гг.) (из [5]).

Для высокогорий юго-востока Казахстана, судя по наблюдениям на М Мынжилки (3017 м) и гляциологическом стационаре Туюксу (3450 м) на северном склоне Заилийского Алатау [3], в изменении основных величин кли-

мата характерны те же тенденции, что и для равнинного Казахстана. Средняя годовая температура на М Мынжилки в 2006 г., равная минус 0,5 °С, оказалась в 3,6 раза выше её 70-летней нормы. При этом скорость повышения зимних температур (0,4 °С/10 лет) была вдвое выше, чем летних (0,2°С/10 лет), т.е. повышение средних годовых температур в последние десятилетия происходило в основном за счет потепления зимних сезонов.

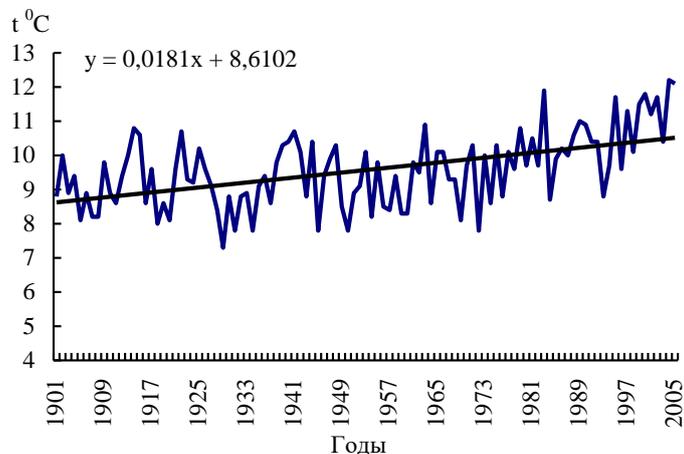


Рис. 2. *Ход средней годовой температуры воздуха на М Кызылорда за период 1901...2005 гг. [5].*

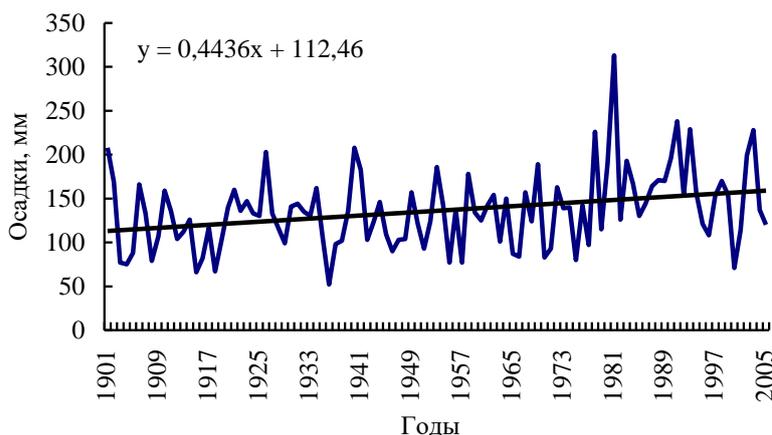


Рис. 3. *Межгодовой ход атмосферных осадков на М Кызылорда за период 1901...2005 гг. [5].*

Согласно теоретическим представлениям, потепление климата должно сопровождаться увеличением влажности воздуха и количества атмосферных осадков. За последние 50 лет для европейской части России

отмечается тенденция к увеличению сумм осадков, тогда как для её восточных районов характерна тенденция к уменьшению годовых и сезонных осадков. Модели климата предсказывают рост глобально осредненной суммы осадков на 10...30 % при удвоении концентрации CO₂.

Каковы же причины современного глобального потепления и что следует ожидать в будущем? Однозначного ответа на эти вопросы ныне не существует. В настоящее время широко обсуждаются в основном две версии объяснения происходящего потепления – антропогенная (рост температуры за счет быстрого повышения концентрации парниковых газов – парниковый эффект) и естественная.

Первой концепции придерживается МГЭИК, подготовившей специальный доклад по этой проблеме [11]. Ратификацией Киотского протокола об ограничении выбросов парниковых газов в атмосферу (заметим в скобках, что по объемам этих выбросов лидируют США и Китай, на долю которых приходится более 1/3 мирового объема газовых эмиссий) Россия в 1997 г., по существу, признала эту версию официально. Конвенция ООН по климату ратифицирована Казахстаном в 1995 г. В 1999 г., в соответствии с указом Президента, постоянный представитель РК в ООН А. Арстанбекова подписала Киотский протокол. Тогда же МИД РК в ноте генеральному секретарю ООН выразил желание принять количественные обязательства по выбросам парниковых газов, которые имеют индустриально развитые страны, вошедшие в Приложение 1 Конвенции. В число этих стран из СССР, кроме России, вошли Украина и Беларусь. Участие Казахстана в Киотском протоколе будет способствовать и повышению конкурентоспособности нашей экономики.

По другой (конкурирующей) версии, глобальное потепление, намечившееся еще со времени завершения малой ледниковой эпохи (в середине 19 в.), объясняется в основном действием факторов естественного происхождения. Сторонники этой позиции [9] указывают, что период наиболее интенсивного роста глобальной температуры последней четверти 20 в. приходится на восходящую ветвь 60-летнего колебания, выявленного в индексах, характеризующих термическое и циркуляционное состояние атмосферы. При этом высказывается предположение, что современные колебания климата являются следствием нелинейных реакций климатической системы (КС) на квазипериодические внешние воздействия – биения полюсов Земли, циклы лунно-солнечных приливов и солнечной активности, периоды обращения наиболее крупных планет Солнечной си-

стемы вокруг общего центра и т.п. Такая неопределенность объясняется исключительной сложностью КС с её многочисленными обратными связями между компонентами и многомасштабной нелинейной динамикой, дефицитом информации о её состоянии [14].

Однако, как это часто бывает при анализе явлений и процессов в природе, да и в обществе тоже, истина лежит где-то в «золотой середине». В нашем случае причинами глобальных и региональных климатических изменений являются как естественные колебания в развитии природных процессов под влиянием планетарной эволюции Земли, мощного воздействия гелиокосмических факторов, так и нарастающей активности антропогенной деятельности.

И все же главенствующая роль в глобальном потеплении должна быть отдана именно естественным колебаниям климата, обусловленным изменениями солнечной активности. Рост глобальной температуры в последние десятилетия связан с тем, что во второй половине 20 в. солнечная активность была необычайно высокой – максимальной за всю историю 400-летних телескопических наблюдений Солнца.

Отсюда с очевидностью вытекает ясное понимание того, что меры по уменьшению парникового эффекта и ослаблению глобального потепления, предлагаемые Киотским протоколом на ближайший период (до 2012 г.), совершенно ничтожны по своим масштабам: их можно сравнить с попыткой вычерпать воду ведрами при наводнении [8]. Неопределенности в современных оценках глобального баланса углерода так велики, что для принятия серьезных мер по ограничению эмиссий CO₂ нет оснований. Неизвестно, какой уровень концентрации парниковых газов в атмосфере действительно опасен для человека, каково соотношение стоимости осуществления возможных стратегий и соответствующих выигрышей и потерь. Важно, чтобы соглашения типа Киотского протокола не создавали иллюзий достигнутого решения проблемы, которая в действительности еще нуждается в глубоком научном анализе и, видимо, потребует новых подходов и нетривиальных идей. Ратификация же Киотского протокола Россией и др. странами основана прежде всего на политических мотивах.

В последнее время большое внимание стало уделяться природным и социально-экономическим последствиям глобальных и региональных изменений климата. Четко прослеживается антропогенное воздействие на земную поверхность, океаны, побережья и атмосферный воздух, а также на биоразнообразие, круговорот воды и биогеохимические циклы, которые

выходят за пределы природной изменчивости. По мнению В.И. Осипова [16], изменение температуры воздуха вызывает развитие ряда процессов в геосферных оболочках Земли, способных оказать как позитивное, так и негативное воздействие на природную среду. С последним связаны 6 % смертей на планете (по данным Всемирной организации здравоохранения), резкое снижение безопасности жизнедеятельности общества и рост ущербов от стихийных бедствий. Так, в 1995...1999 гг. ежегодных крупных стихийных бедствий по отношению к 1965...1969 гг. стало в три раза больше. Только в Азиатско-Тихоокеанском регионе за последние 30 лет погибло почти 1,4 млн. человек, пострадало же около 4 млрд. человек, а сумма ущерба превысила 1000 млрд. \$. Огромный ущерб понесли США, Мексика, Куба и др. страны от тропических ураганов, разыгравшихся осенью 2005 г. Вообще, 2005 г. стал рекордным по количеству тропических циклонов и ураганов в Атлантике, где их было зарегистрировано 47, в т.ч. 4 урагана 5-ой категории со скоростью ветра более 67 м/с [24].

Интенсивное потепление последних десятилетий в умеренных и высоких широтах привело к таким положительным последствиям, как сокращение отопительного сезона и увеличение продолжительности вегетационного периода. Вместе с тем в условиях потепления отмечается увеличение количества экстремально жарких дней, дней с интенсивными осадками и с сильными ветрами при уменьшении экстремально холодных дней. Именно климатические экстремумы создают предпосылки для возникновения чрезвычайных ситуаций [13, 15].

Среди климатических экстремумов особое место занимают 1997...1998 гг. – период кульминации теплой фазы явления ЭНЮК. Оно было самым сильным за все время наблюдений, эффект от которого приобрел глобальный характер, меняя погодные условия в разных регионах земного шара, поражая одни страшной засухой (Индонезия, Австралия), другие из-за серии тропических циклонов – ливнями и наводнениями (Колумбия, Эквадор, Перу) [20].

В последнее время большое внимание уделяется моделированию будущих изменений климата с помощью глобальных объединенных моделей общей циркуляции атмосферы и океана. Согласно результатам расчетов по разным глобальным климатическим моделям (а их, между прочим, – около 40!), при удвоении концентрации CO_2 СГТВ к концу 21 в. может повыситься на 1,5...6,0 и даже на 8 °С [12, 18], а уровень Мирового океана – на 0,9 м. Анализ экспертами ВМО этих результатов привел к выводу о том, что повышение

СГТВ вблизи земной поверхности в период 1990...2100 гг. может оказаться в 2...10 раз больше средней величины потепления, наблюдавшегося в 20 столетии, причем прогнозируемые темпы потепления могут оказаться и самыми высокими за последние 10000 лет, т.е. за весь голоцен. Однако все эти сценарии, по сути, непредсказуемы, и многие детали предстоящих изменений климата никому неизвестны. Ведь сколько было прогнозов о том, что к концу 20 – началу 21 в. наступит новое похолодание, и ни один из них не оправдался! Да и сами климатологи предупреждают о том, что их модели не могут быть точными. Для более или менее точного прогноза надо иметь наблюдения, по крайней мере, за 1400 лет и по всему земному шару. Успешное прогнозирование будущего климата Земли возможно только при всестороннем учете воздействия Солнца на нашу планету.

Доклад Программы ООН о человеческом развитии в 2007 г. был посвящен последствиям изменения климата для человечества. Глобальное потепление окажет негативное влияние, прежде всего, на бедные страны и группы населения. Наводнения, ураганы, засухи и др. погодные катаклизмы ведут к массовым перемещениям людей и сокращению производства продуктов питания. Эксперты прогнозируют, что более 300 млн. человек, живущих в прибрежных районах, могут стать экологическими беженцами. Поэтому необходимо принимать действенные меры не только и даже не столько по сокращению выбросов парниковых газов, сколько к всевозможной адаптации стран и народов к предстоящим климатическим изменениям, которые, вне всякого сомнения, ожидают нас в ближайшем и отдаленном будущем.

Автор благодарен преподавателю кафедры гидрологии суши КазНУ имени аль-Фараби С.Р. Жанпеисовой за конструктивную помощь при подготовке рукописи статьи к печати.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верещагин М.А., Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М., Тудрий В.Д. Факторный анализ многолетней динамики глобального термического режима приземного слоя воздуха // Известия РАН. Серия геогр. 2004, № 5. С. 34-41.
2. Вилесов Е.Н. Баланс массы горных ледников Земли // Вестник КазНУ. Серия геогр. 2006, № 1 (22). С. 4-10.
3. Вилесов Е.Н. Изменение климата высокогорья Илейского Алатау в условиях глобального потепления // Гидрометеорология и экология. 2007, № 1. С.29-38.

4. Вилесов Е.Н. Скоро ли исчезнут льды и снега Килиманджаро? / Экологическое образование в Казахстане. 2007, № 1(13), с. 19-22.
5. Вилесов Е.Н., Шакен А. Тенденции изменения основных характеристик климата г. Кызылорды за 105-летний период // Вестник КазНУ. Серия геогр. 2006, № 2 (23). С. 90-98.
6. Григорьев А.А., Кондратьев К.Я. Экодинамика и геополитика. Т.2. Экологические катастрофы. СПб., 2001.
7. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Колебания и изменения климата на территории России // Известия РАН, ФАО. 2003, т. 39, № 2. С.166-185.
8. Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Наблюдаемые изменения современного климата // Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий: проблема Киотского протокола: Материалы Совета-семинара при Президенте Российской академии наук: Сборник. М., Наука, 2006. С. 60-74.
9. Даценко Н.М., Монин А.С., Сонечкин Д.М. О колебаниях глобального климата за последние 150 лет // ДАН. 2004. Т. 399, № 2. С. 253-256.
10. Долгих С.А., Илякова Р.М., Сабитаева А.У. Об изменении климата Казахстана в прошедший столетний период // Гидрометеорология и экология. 2005, № 4. С. 6-23.
11. Изменения климата, 2001 г. // Обобщенный доклад ВМО-ЮНЕП. М., 2001.
12. Израэль Ю.А., Груза Г.В., Катцов В.М., Мелешко В.П. Изменения глобального климата. Роль антропогенных воздействий // Метеорология и гидрология. 2001, № 5. С.5-21.
13. Кренке А.Н., Чернавская М.М. Районирование территории России по сочетанию климатических экстремумов – условий возникновения чрезвычайных ситуаций // Известия РАН. Серия геогр. 2003, № 2. С. 17-25.
14. Монин А.С., Берестов А.А. Новое о климате // Вестник РАН. 2005. Т. 75, № 2. С. 126-138.
15. Мохов И.И., Карпенко А.А., Стотт П.А. Наибольшие скорости регионального потепления климата в последние десятилетия с оценкой роли естественных причин // ДАН. 2006. Т. 406, № 4. С.538-543.
16. Осипов В.И. Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестник РАН. 2001. Т. 71, № 4. С. 291-302.
17. Павельцев П., Собоев И. Антарктический набат // Новости космонавтики. 2007. 17, № 7. С. 32-35.

18. Переведенцев Ю.П., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. Современные глобальные и региональные изменения климата // Геогр. вестник. 2006, № 2 (4), Пермь. С. 84-96.
19. Ранькова Э.Я. Климатическая изменчивость и изменения климата за период инструментальных наблюдений // Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН. М., 2005.
20. Семенов Е.К., Соколихина Е.В., Соколихина Н.Н. Синоптические аспекты формирования экваториальной зоны западных ветров над Тихим океаном в период экстремального Эль-Ниньо 1997-1998 гг. // Метеорология и гидрология. 2005, № 3. С. 17-30.
21. Современные глобальные изменения природной среды. Т. 1. М., Научный мир, 2006, 696 с.
22. Arguez A., Waple A.M., Sanchez-Lugo A.M. State of the climate in 2006: Executive summary // Bull. Amer. Meteorol. Soc. 2007. 88, № 6. P. 929-932.
23. Dyurgerov M.B., Meier M.F. Glaciers and the Changing Earth System: A 2004 Snapshot. Boulder, INSTAAR/OP-58, 2005, 117 p.
24. Trenberth K.E., Shea D.J. Atlantic hurricanes and natural variability in 2005 // Geophys. Res. Lett. 2006. 33, № 12, p. L12704/1-L12704/4.

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы

ҒАЛАМДЫҚ ЖЫЛУЛАНУ ЖАҒДАЙЫНДАҒЫ КЛИМАТТЫҢ АЙМАҚТЫҚ ӨЗГЕРІСІ

Геогр. ғылымд. докторы Е.Н. Вилесов

Планетарлы масштабта және аймақтар деңгейінде (Ресей, Қазақстан) жүргізілген құрал-жабдықты бақылаулар кезеңінде алынған ғаламдық жылуланумен байланысты болатын негізгі климаттық шамалардың – ауа және атмосфералық жауын-шашынның температуралары – талқыланады. Климаттық жылуланумен негізделген қоршаған ортаның компоненттері мен объектілер топтарының өзгерістері қарастырылады.