

УДК 551.513:551.583

**ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И КЛИМАТООБРАЗУЮЩИХ
ФАКТОРОВ В 20 ВЕКЕ**

Канд. геогр. наук Г.С. Ахметова

Рассматривается связь между колебаниями характеристик циркуляции атмосферы и изменениями скорости вращения Земли.

Характерной чертой современного изменения климата является так называемое глобальное потепление, начавшееся со второй половины 19 века. Оно охватило почти весь земной шар, но интенсивность этого повышения не везде одинаковая и темпы повышения температуры воздуха по десятилетиям указанного периода разные. Наиболее сильное потепление наблюдается в последнее десятилетие 20 века. По территории Казахстана повышение температуры воздуха приземного слоя атмосферы почти в два раза выше среднеглобальных значений. До недавнего времени многие ученые считали, что это повышение температуры воздуха связано с увеличением содержания парниковых газов в атмосфере, в частности углекислого газа. Но многие особенности потепления прошлого столетия отвергают указанное мнение.

Как известно, климат- это статистический ансамбль состояний, который проходит система океан-суша-атмосфера за периоды времени в несколько десятилетий. Климатические условия испытывают колебания [4]. Среди них можно выделить следующие:

1. Внутривековые колебания;
2. Межвековые колебания с периодами в несколько веков или несколько десятков веков;
3. Ледниковые периоды длительностью в десятки тысяч лет;
4. Колебания, периоды которых соизмеримы с геологическими эпохами.

В этой работе будут рассмотрены только внутривековые колебания современного климата. Климат Земли формируется под воздействием многих климатообразующих факторов, которые подразделяются на две большие группы. К одной из них относятся внешние климатообразующие факторы, которые в основном определяют поступление солнечной энергии к верхней границе атмосферы. Ко второй группе относятся факторы, которые определяют внутренние свойства климатической системы. Это так называемые внутренние климатообразующие факторы. К этим факторам

относятся: состав атмосферы, ее масса, масса и состав океана, свойства и структура деятельного слоя суши и океана и т.д. Так, например, глобальное потепление последних десятилетий многие ученые связывают с увеличением содержания парниковых газов в атмосфере, в частности, с увеличением концентрации углекислого газа.

К внешним факторам относятся астрономические и геофизические. Такие астрономические факторы, как светимость Солнца, положение орбиты Земли в пространстве, характеристики движения Земли по орбите, наклон ее оси вращения к эклиптике, скорость суточного вращения Земли вокруг оси, наличие и пространственное положение планет и Луны относительно Земли в Солнечной системе. Они определяют кроме распределения солнечной энергии, поступающей на верхнюю границу атмосферы также и гравитационное воздействие Солнца, планет и Луны. К геофизическим факторам относятся размер и масса Земли, вулканизм, гравитационное и магнитное поля Земли и т.д.

Среди перечисленных многочисленных внутренних и внешних (астрономических и геофизических) факторов в дальнейшем в этой работе рассматривается такой климатообразующий фактор, как суточное вращение Земли вокруг своей оси.

Долгое время считалось, что скорость вращения Земли не изменяется с течением времени и является постоянной величиной. После открытия Э. Галлеем в 1665 году векового ускорения движения Луны И. Кант предположил в середине 18 века, что существует вековое замедление вращения Земли под действием приливного трения. С этого времени ученые стали пытаться установить опытным путем наличие неравномерности вращения Земли вокруг своей оси. Во второй половине 19 века были получены первые данные о нерегулярных колебаниях скорости вращения Земли и с тех пор ведутся регулярные наблюдения за скоростью вращения Земли и движением полюсов. Эти данные собираются, обрабатываются и распространяются Международной службой вращения Земли. В настоящее время принято скорость вращения Земли характеризовать отклонением длительности земных суток от эталонных. Длительность последних была принята равной 86400 секунд. Между скоростью вращения Земли и длительностью суток существует обратная зависимость: чем больше скорость вращения земли, тем короче земные сутки и обратно, т. е.:

$$\omega = 2\pi/T,$$

где ω – угловая скорость вращения Земли, а T – продолжительность земных суток.

В дальнейшем для характеристики неравномерного вращения земли будем использовать параметр $\Delta T = T - 86400(c)$.

В данной работе использовались данные о ΔT и радиусе вектора полюса вращения земли, полученные из Международной службы вращения Земли за период с 1624 года по 2000 год. Многолетний ход величины отклонения продолжительности суток от эталонных (ΔT) по 2000 год приведен на рис. 1.

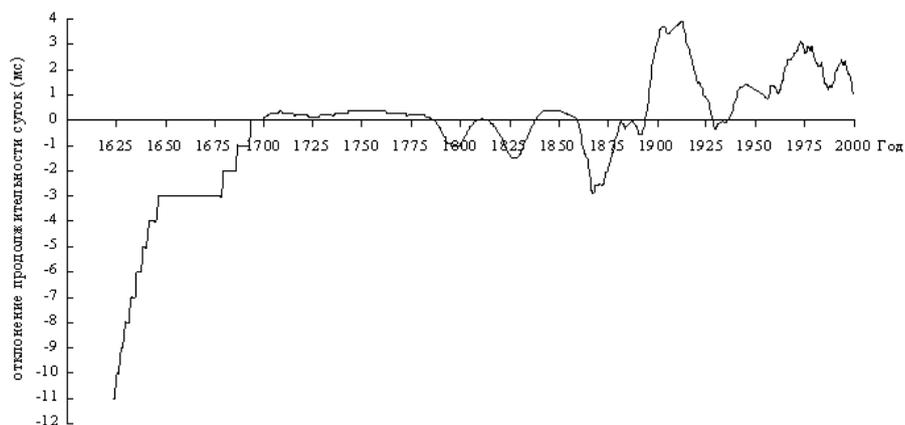


Рис. 1. Многолетний ход отклонения продолжительности суток от эталонной продолжительности.

Данные 17...18 веков имеют очень низкую точность и наблюдения проводились довольно редко. Иногда интервал времени между наблюдениями достигал 29 лет. До 1955 года для наблюдений использовались механические, а потом кварцевые часы. Наиболее точные измерения длительности суток стали производиться с того момента, когда в службе времени стали использовать атомные часы. Как видно на рис. 1, происходит постепенное увеличение длительности суток и замедление вращения Земли за весь период наблюдений. В этот интервал времени величина ΔT колебалась в пределах $8...482 \cdot 10^{-5}$ с. Только в 1896 г., 1927 г., 1935 г., 1936 г. величины ΔT были отрицательными, а в 1928 г. – нулевым. С начала 18 века до середины 19 века скорость вращения земли менялась незначительно, а со второй половины 19 века и по настоящее время по этим данным хорошо прослеживаются значительные колебания с периодом в 60 лет. За этот промежуток времени можно выделить два цикла колебаний с шестидесятилетним периодом: первый – приблизительно с конца 60-ых годов 19 века до 1930 года, а второй – с этого времени до второй половины 80-ых годов 20 века. Но второй цикл

выражен не так хорошо, как первый. В более ранние периоды этот вид колебаний скорости вращения Земли не выявляется. По-видимому, это связано с низкой разрешающей способностью данных наблюдений за этот промежуток времени. Кроме векового хода изменения длительности суток и колебаний с периодом равным 60 лет видны нерегулярные изменения (скачки ΔT) с интенсивностью 10^{-4} с за год (иногда намного больше) и за несколько десятков лет. Земля также вращается неравномерно и в течение года. Установлено, что наиболее быстро она вращается в августе, а наиболее медленно – в марте. Кроме того, скорость вращения Земли может изменяться значительно ото дня ко дню.

Что является причиной изменения скорости вращения Земли? Существует несколько мнений. Н.С. Сидоренков после сопоставления расчетных значений ΔT с характеристиками атмосферной циркуляции для 1956...1964 гг. пришел к выводу, что атмосфера обладает достаточным запасом энергии, чтобы вызвать наблюдаемые изменения суточного вращения Земли от года к году. По его мнению, являясь отражением земных процессов, нестабильность вращения Земли содержит ценную информацию об этих процессах, выдаваемую самой природой [6].

В противоположность этому некоторые исследователи (например, И.В. Максимов и др. [3]) считают, что неравномерное вращение Земли является не следствием, а одной из причин изменений циркуляционных условий атмосферы. Ю.Д. Калинин и В.М. Киселев предполагают, что неприливные изменения длительности суток является результатом действия двух основных причин, дающих примерно одинаковый вклад в вариации ΔT . Первая из них связана с колебательно-вращательными движениями, возникающими в системе ядро-оболочка Земли, а вторая обусловлена дополнительным вращением, которое задается солнечной активностью.

Большую роль в формировании погодных и климатических условий оказывает такой климатообразующий фактор, как циркуляция атмосферы, которая является наиболее подвижной и изменчивой составной частью климатической системы. Особенности циркуляционных условий над тем или иным районом могут вызвать изменения статистических характеристик температуры воздуха и осадков за определенный период времени. Продолжительные интенсивные осадки могут вызывать повышение уровня воды в естественных водных объектах. Такие осадки в летние месяцы 2002 года вызвали редко происходящие катастрофические наводнения в бассейнах рек Европы и Азии. Наоборот, определенные синоптиче-

ские процессы создали условия продолжительных периодов повышенных значений температуры воздуха, сильных засух и лесных пожаров в вегетационный период 2002 года в других районах Земного шара (Россия, Украина, Китай и т.д.).

Наблюдающееся постепенное повышение температуры воздуха приводит к более интенсивному таянию ледников, талая вода которых в аридных районах земного шара является одним из основных источников для нужд населения в летние месяцы. По оценкам многих гляциологов, если повышение температуры воздуха будет наблюдаться в будущем, то через некоторое время ледники могут исчезнуть.

Все описанные особенности природных явлений требуют безотлагательных исследований причин наблюдающегося изменения климата и одного из климатообразующих факторов, как общая циркуляция атмосферы. С этой целью для анализа циркуляционных условий использовалось описание атмосферной циркуляции по Б.Л. Дзердзеевскому. В основе наших исследований были использованы ежедневные данные по типам элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) Б.Л. Дзердзеевского за период с 1899 г. по 2000 г. [5,1].

По данным о годовой повторяемости зональных и меридиональных типов циркуляции были определены и построены линейные тренды этих величин. Расчеты показали, что за вековой промежуток времени в среднем величина годовой повторяемости указанных основных форм циркуляции изменялась приблизительно на 8,5 дней за 10 лет. На рис. 2 показан график многолетнего хода отклонения годовой продолжительности действия зональных и меридиональных типов циркуляции от их средних величин. Рассчитанные значения многолетних средних величин годовой повторяемости зональных и меридиональных типов ЭЦМ равнялись соответственно 126,1 и 238,9 дней. Как видно из этого рисунка, с конца 20-ых и до начала 70-ых годов 20-ого века повторяемость зональных типов циркуляции была выше, а меридиональных ниже средних величин. С конца этого периода и до настоящего времени происходит увеличение продолжительности действия меридиональных типов циркуляции. Но наиболее быстрое увеличение продолжительности действия меридиональных типов циркуляции и наибольшее уменьшение повторяемости зональных типов циркуляции наблюдается с начала 90-ых годов прошлого столетия. Интересно отметить, что повышение температуры воздуха в Северном полушарии в 40-50-ых годах 20-ого столетия сопровождалось увеличенной повто-

ряемостью зональных процессов (куда входят зональные типы и типы: нарушение зональности) и меньшей продолжительностью действия меридиональных форм циркуляции. Наибольший рост температуры воздуха в приземном слое атмосферы в 20-ом столетии наблюдался в период с 1981...1990 гг., когда тренд среднегодовой приземной температуры воздуха в Северном полушарии равнялся $+0,20^\circ/10$ лет [2], что на порядок больше тренда за период: 1941-1950 гг. Этот период сопровождался наибольшими за последнее столетие ростом повторяемости меридиональных форм циркуляции и сокращением продолжительности действия зональных типов циркуляции. Потепление в 40-ых-50-ых годах 20 века и потепление последних десятилетий происходят как будто при противоположных аномалиях двух основных форм циркуляции атмосферы. Для выяснения этого несоответствия все дни с меридиональной циркуляцией были подразделены на дни с меридиональной южной и меридиональной северной циркуляцией. Анализ этих данных показал, что структура атмосферной циркуляции за период 40-ых...50-ых годов отличается от таковой за последние 2 десятилетия 20-ого века. Так в первом указанном периоде повторяемость южных меридиональных типов циркуляции была значительно ниже средних их величин, а продолжительность действия зональных форм циркуляции была выше нормы на 0...50 дней за год, а меридиональных северных типов – ниже нормы или около нормы. В этот период на формирование термического режима в Северном полушарии большое влияние оказывали зональные формы циркуляции. При этом наибольший рост температуры воздуха в этот период наблюдался в зимние месяцы, когда на континенты Северного полушария воздух поступал с более теплой океанической поверхности. Поэтому в это время года над континентами наблюдался повышенный температурный фон.

В период с начала семидесятых и до начала девяностых годов зональные формы циркуляции наблюдались реже среднемноголетних значений повторяемости этих типов циркуляции, а меридиональные северные и южные – чаще, а начиная с первой половины девяностых годов и по настоящее время происходит резкое увеличение повторяемости действия южных меридиональных процессов (13з и 13л) при одновременном сокращении продолжительности действия как зональных, так и меридиональных северных типов циркуляции. В последнем периоде потепления наблюдается повышенный меридиональный обмен количеством движения, тепла и влаги в среднем по всему Северному полушарию. Как видно,

потепления 40-ых годов и последних десятилетий прошлого столетия объясняются особенностями циркуляционных эпох 20-ого века. Кроме того, и сезонная структура каждого из указанных потеплений обусловлена особенностями циклонической деятельности, которые характерны для различных циркуляционных эпох[4].

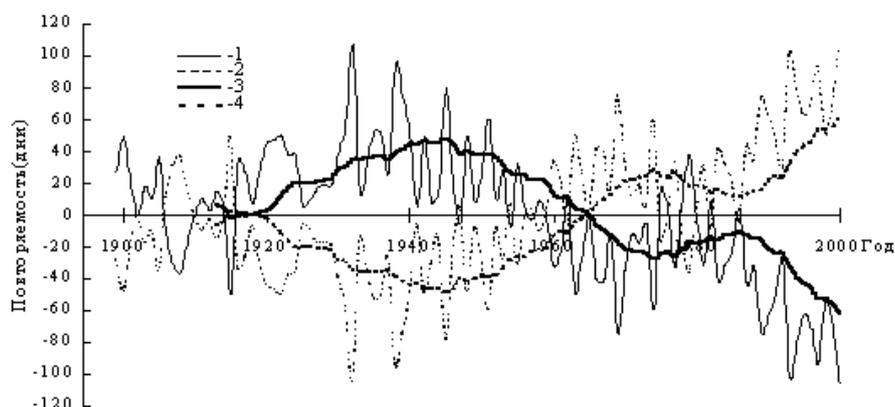


Рис. 2. Многолетний ход аномалий годовой повторяемости зональных и меридиональных типов циркуляции (в днях). 1 – зональный тип, 2 – меридиональный тип, 3 – 15-летний фильтр (зон.), 4 – 15-летний фильтр (мер.).

Совместное рассмотрение рис. 1, 2 показывает, что за период с 20-ых годов по 60-ые годы 20 – ого столетия преобладали зональные процессы, что соответствует пониженным значениям продолжительности суток или быстрому вращению Земли. С 60-ых годов 20-ого века и по настоящее время происходит в основном увеличение продолжительности суток, т.е. замедление вращения Земли. Только в середине, в конце восьмидесятых годов 20-ого века наблюдалось небольшое увеличение продолжительности действия зональных процессов и уменьшение повторяемости меридиональных процессов. Как видно на рис. 1 в это время наблюдалось более быстрое вращение Земли. Из вышеописанного следует, что увеличение продолжительности суток или замедление вращения Земли сопровождается увеличением повторяемости меридиональных процессов (как северных меридиональных, так и южных меридиональных) и наоборот уменьшение продолжительности суток или ускорение вращения Земли сопровождается увеличением продолжительности действия зональных процессов.

Как видно на рис. 1, 2, в последние десятилетия происходит увеличение продолжительности действия меридиональных синоптических процессов и замедление вращения Земли, усиливается меридиональный обмен теплом, влагой и количеством движения. Это обуславливает непредсказу-

емые катастрофические явления. В качестве примера можно привести наводнения в Западной Европе в 2002 году, лето в 2003 году в Европе, где наблюдались в это время пожары, 40-градусная жара, длившаяся неделями, ноябрь-декабрь 2003 года, когда во Франции в некоторых районах наблюдались катастрофические наводнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахметова Г.С. Циркуляция атмосферы и климатические условия в Северном полушарии в 20-ом веке // Труды Международной научно-практической конференции: “Проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии на рубеже веков”. – Алматы, 2002. - С. 216-219.
2. Кондратьев К.Я. Новое в оценках изменения глобального климата // Известия Русского географического общества.- М., 1993. – Т.125. – Вып.4. – С. 1–18.
3. Мирошниченко Л.И. Солнечная активность и Земля.- М.: Наука, 1981. - 145 с.
4. Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. Л.: Гидрометеоздат, 1979. - 407 с.
5. Савина С.С., Хмелевская Л.В. Крупномасштабные процессы на северном полушарии // Материалы метеорологических исследований. – 1987. – №13 - С.1-122.
6. Сидоренков Н.С. Неравномерность вращения Земли как интегральная характеристика интенсивности планетарной циркуляции атмосферы // Метеорология и гидрология. – 1975. – № 1. – С. 112-113.

Институт географии МОН РК

КЛИМАТТЫҢ ЖӘНЕ КЛИМАТТЫҢ АЛЫПТАСТЫРУШЫ ФАКТОРЛАРДЫҢ XX ҒАСЫРДАҒЫ ӨЗГЕРІСТЕРІ

Геогр. ғылымд. канд. Ғ.С. Ахметова

Атмосферадағы айналым сипаттамаларының ауытқулары және Жердің айналу жылдамдығының өзгерістері арасындағы байланыс қарастырылады.