

Крымская Д.Н., Каримов К.А.

ВЛИЯНИЕ ЦЕНТРОВ ДЕЙСТВИЯ В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ НА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

D.N.Krymskaya, K.A. Karimov

THE INFLUENCE OF THE CENTERS OF ACTION IN THE NORTH ATLANTIC ON THE THERMODYNAMIC REGIME OF THE LOWER ATMOSPHERE OF CENTRAL ASIA

УДК: 510.53(575.2)

В работе рассмотрены три климатических сценария, которые сменились в течении XX века как в Северной Атлантике, так и в регионе Центральной Азии. Основная периодичность в каждом из сценариев соответствует квазидвадцатидвухлетней солнечной периодичности. Показана междекадная изменчивость климатических характеристик атмосферы в регионе Центральной Азии, обусловленных эволюцией двух основных центров действия в Северной Атлантике - Исландского минимума и Азорского максимума.

Ключевые слова: атмосфера, Исландский минимум, Азорский максимум, климат, климатический сценарий.

Түндүк Атлантикада жана Борбордук Азияда XX кылымда үч климатикалык сценарийлери алмашылды. Негизги мезгилдүүлүк ар бир сценарийде квази жыйырма жылдык кун мезгилдүүлүгүнө ылайык келет. Эмгекте Түндүк Атлантикадагы эки негизги борборлорунун эволюциясы натыйжасында Борбордук Азиядагы климаттын мүнөздөмөлөрүн он күндүк өзгөрүштүгү текишерип чыгарылган. Ал – Исландиялык минимум и Азордук максимум.

Негизги сөздөр: атмосфера, Исландиялык минимум, Азордук максимум, климат, климатикалык сценарий.

In work three climatic scripts is considered, which were replaced within the XX century as well as in Northern Atlantic, and in the region of Central Asia. The main frequency in each of scripts corresponds to quasitwenty-two-year solar frequency. Interdecade variability of the climatic characteristics of the atmosphere in the region of Central Asia caused by evolution of two main centers of action in Northern Atlantic is considered. It is the Icelandic minimum and the Azor maximum.

Keywords: atmosphere, Icelandic minimum, Azor maximum, climate, climatic script.

Проблема современных изменений климата является важнейшей проблемой в современном мире и в науке о Земле. На недавнем заседании Совета по сотрудничеству в области фундаментальной науки государственных участников СНГ определены Приоритетные направления фундаментальных исследований. Среди них – Охрана окружающей среды и изучение изменений климата.

Ведущая роль в исследованиях по изменению климата отводится переносу энергии в системе океан-атмосфера-материк [1]. Как следует из этой работы, возмущения в атмосфере над материками могут являться следствием квазициклических вариаций в общем поле переноса зональной циркуляции

из атлантического региона на Европейский регион. Далее нами будет показано, что влияние процессов в Атлантическом Океане простирается и до Центрально-Азиатского региона.

В основу вышеуказанной гипотезы положен факт, что приповерхностная часть толщи океанских вод подвержена непосредственному влиянию атмосферных процессов, путем турбулентного энерго- и массообмена. При этом всем хорошо известно, что главными центрами действия атмосферы в Северной Атлантике является Азорский максимум и Исландский минимум.

Другим центром действия с южного направления является действие на наш регион субтропического антициклона (Azn) с центром действия в субтропических широтах. Иначе его называют южно-азиатский или Индийский антициклон.

В долготном же секторе Кыргызстана на тропосферные процессы влияет зимний сибирский антициклон.

С севера на Кыргызстан действует Арктический антициклон.

Ниже на рис.1 схематически представлено влияние на Кыргызстан пяти вышеуказанных центров действия.



Рис. 1. Схема влияния на атмосферу Кыргызстана пяти центров действия

Влияние двух центров, через интенсивность западного переноса простирается, по нашему мнению, не только на Европейский континент, но и в деформированном виде вглубь региона вплоть до широт Центральноазиатского региона. За основу анализа влияния двух центров (Исландского минимума и Азорского максимума) на изменчивость

температурного режима приземной атмосферы нами взята методика, предложенная Бышевым В.И. [2].

На рис.2 приводятся вариации давления в центре исландского минимума и азорского максимума с 1999 по 2009 годы.

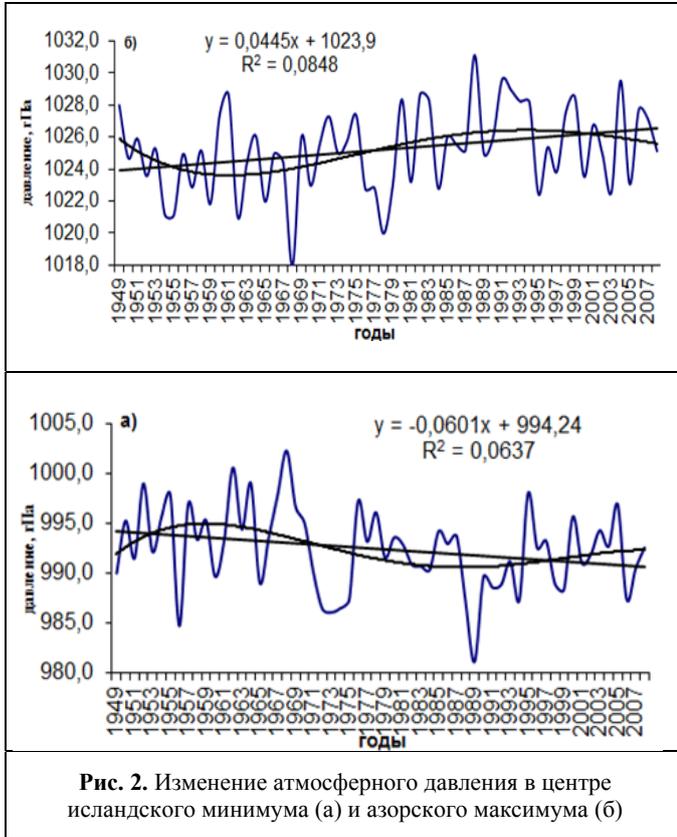


Рис. 2. Изменение атмосферного давления в центре исландского минимума (а) и азорского максимума (б)

Спектральный анализ, проведенный методом Фурье-разложения, показал наличие в исландском минимуме периодических составляющих с периодами $T = 8 - 9$ лет, $10 - 11$ лет и $12 - 13$ лет, а в азорском максимуме с периодами $T = 9 - 10$, $12 - 13$ лет и $17 - 18$ лет.

В последующем нами была вычислена величина разности давлений между азорским максимумом и исландским минимумом $\Delta P = P_{\text{Азор}} - P_{\text{исл}}$.

Вариации разности давления между азорским максимумом и исландским минимумом показали наличие в них также периодических составляющих, но с более крупными периодами, такими как 18 лет и 22-24 года. Как видим, во временных вариациях ΔP отсутствуют высокочастотные составляющие с периодами $T = 10 - 11$ лет и $12 - 13$ лет. В величине ΔP периодическая составляющая с $T = 22 - 24$ года равна двум 11-тилетним солнечным циклам. Эта периодичность 22 - 24 года - квазидвадцатидвухлетняя является основной в солнечном цикле и, как видно, она и определяет фазовые траектории термобарических полей, приведенные на рис.3.

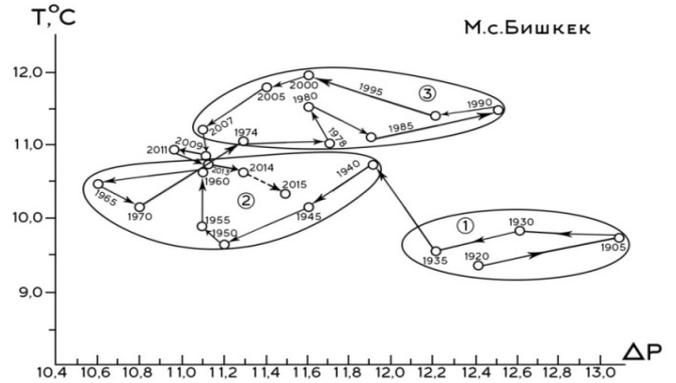


Рис. 3. Фазовая траектория термобарических параметров состояния нижней атмосферы Северо-Атлантического колебания

На рис. 3 приведена фазовая траектория термобарических параметров состояния Северо-Атлантического колебания зависимости величины $\Delta P_{\text{Азор}} - P_{\text{исл}}$ от $T_{\text{Азор}}$ для периода I (1910-1935), II(1940-1970), III(1980-2010) по данным метеорологической станции Бишкек. Данные по Бишкеку с 1920 г. по 2007 г.

Анализ графика показывает их подобие с данными, приведенными в работе [2].

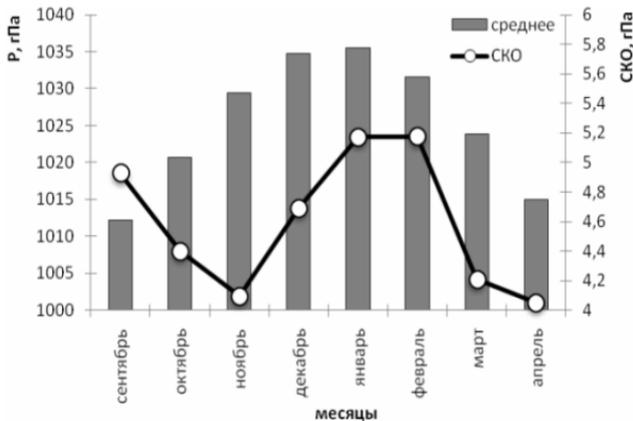
При этом четко прослеживается, что все эти три периода согласуются с циклами солнечной активности, а точнее с основными 22-летним циклом солнечной активности, открытым Андерсеном в 1939 г. Основная солнечная цикличность не совсем строго равна 11 лет, а фактически может изменяться от 8 лет до 16 лет. И соответственно, 22-летний цикл солнечной активности будет также изменяться. Известно, что через 11 лет меняется полярность биполярных групп пятен на Солнце. Происходит переполюсовка магнитных пятен на Солнце. С этой точки зрения проанализируем данные, представленные нами на рис. 1. Так первый климатический сценарий приходится на 16 и 17 циклы солнечной активности, время которых отсчитывается от минимума - 16 цикла, до последующего минимума через один цикл. Этот период характеризуется относительно теплой фазой.

Второй климатический сценарий приходится на 19-ый и 20-ый циклы солнечной активности и опять отсчет ведется от одного минимума и далее через один до другого. Этот период характеризуется холодной фазой.

Интересна особенность третьего климатического сценария. Он приходится на 22, 23 и 24 циклы солнечной активности, но с отличием от предыдущих сценариев. Его период отсчитывается от максимума 22 цикла, и заканчивается на максимуме 24 цикла. Этот период характеризуется теплой фазой, возможно, в этой связи, третий климатический период по температурному режиму расположен вверху над первыми двумя.

Известно, что стационарность зонального потока периодически разрушается вторжением холодных фронтов с северо-запада и другими факторами. Рассмотрим один из факторов, приводящих к разрушению стационарности зонального потока. Таковым является Южно-азиатский (Азиатский) антициклон и Арктический антициклон.

На рис.4 приводятся значения давления в центре Азиатского антициклона, усредненные в различные месяцы холодного периода с 1948 по



2008гг.

Рис. 4. Средние многолетние значения давления (гПа) и его среднего квадратичного отклонения (гПа) в центре Азиатского антициклона

В весенний период к нестационарности в атмосфере приводит Арктический антициклон, который, как видно из рис.5, тоже имеет квазидвадцатилетнюю стационарность.

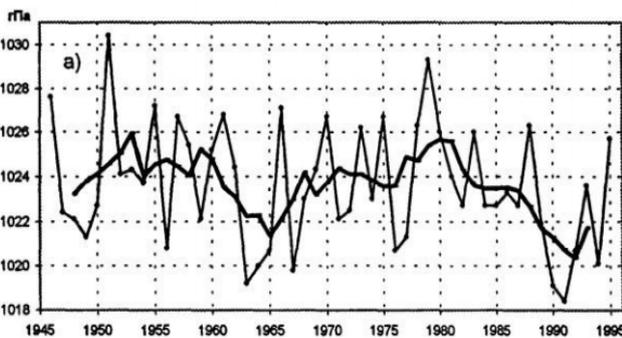


Рис. 5. Изменения давления (гПа) в центре Арктического антициклона и 5-летняя скользящая средняя (жирная линия)

По данным работы В. Воробьева [3], в многолетних колебаниях Арктического антициклона выделены следующие периодические составляющие: квазидвухлетняя, квазипятилетняя и квазидвадцатилетняя. По нашему мнению, она может модулировать формирование колебаний в Азорском максимуме и Исландском минимуме, а те, в свою очередь, формировать фазовые траектории термобарических полей.

На рис. 6 приведен высотный разрез атмосферы вдоль меридиана 50° в.д. от 5 до 90 км по температуре, построенной по данным аэрологических, ракетных и спутниковых измерений. Этот высотный разрез является эмпирической моделью верхней атмосферы, описывающей термодинамические процессы на высотах 10-90 км для нестационарных условий, связанных с субтропическими процессами и отражает динамику атмосферных процессов, выраженную в отклонениях температуры ΔT от ее средних значений $T_{cp}(z)$ над Центральноазиатским регионом. На рисунке 6 в стратосфере на уровнях от 20 до 45 км штриховой линией выделен очаг тепла в период активного действия Южно-Азиатского антициклона и связанного с ним страто-мезосферного потепления.

Прохождение через фиксированную по ширине плоскость поверхности раздела теплой и холодной масс воздуха, или так называемых фронтальных зон, формирует по высоте сложную структуру областей тепла и холода. На рис. 6 справа от шкалы высот приведены чередующиеся по высоте области тепла и холода в этот период.

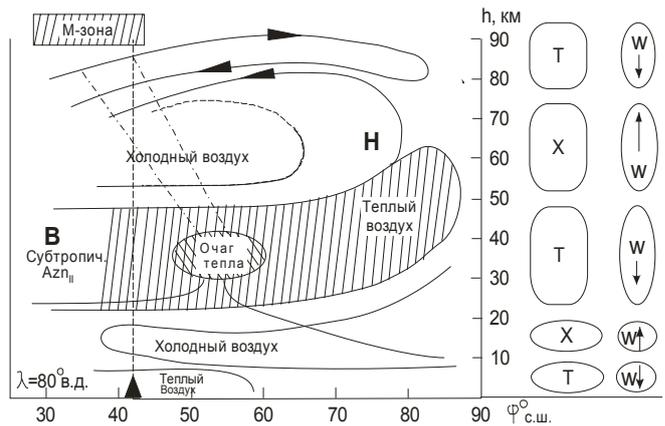


Рис. 6. Высотно-широтный разрез распределения температуры и вертикальных скоростей в атмосфере в период зимнего страто-мезосферного потепления

В зависимости от мощности вспышки на солнце и центра действия субтропического антициклона, границы областей тепла и холода могут смещаться по высоте на 5-10 км. Приведенный пример является подтверждением формирования по высоте слоистой структуры температурного поля верхней атмосферы. Такая структура температурного поля атмосферы обуславливает особенности термодинамического режима и способствует формированию планетарных волн в поле температуры.

Перейдем к детальному рассмотрению вертикальных скоростей в отдельных областях потепления и похолодания. На рис. 6 условными овалами обозначены области с указанием направления вертикальных скоростей. Так, областям потепления соответствуют вертикальные движения, направленные вниз, а областям похолодания – вертикальные движения, направленные вверх. Для расчетов верти-

кальной скорости для адиабатических процессов без учета турбулентной диффузии можно воспользоваться известным уравнением притока тепла с учетом адвективного члена A_T /1/:

$$w = \left(-\frac{\gamma}{gP} \frac{Qp}{dt} + \frac{\partial T}{\partial t} - A_T \right) / \gamma_a - \gamma$$

здесь обозначения общепринятые,

$$A_T = (u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y})$$

При $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$ остается $A_T = v \frac{\partial T}{\partial y}$. При

известных $\frac{\partial T}{\partial y}$ и скорости v можно рассчитать время, в течение которого произойдет выравнивание температуры и вновь восстановится стационарность зонального потока.

Далее естественно возникает вопрос, а насколько долго может продержаться подобная ситуация с потеплением на средних широтах Кыргызстана. Какие факторы могут восстановить возникшую нестационарность? Известно лишь то, что через 10-14 суток процесс потепления завершается и все вновь восстанавливается.

Прохождение через фиксированную по широте плоскость поверхности раздела теплых и холодных масс воздуха или фронтальных зон формирует по высоте слоистую структуру областей тепла и холода. Это, в свою очередь, приводит к образованию в атмосфере чередующихся по высоте областей с нисходящими и восходящими потоками воздуха. В области тепла формируются нисходящие потоки, а в области холода – восходящие, что отражено на рис. 6.

На горизонтальных плоскостях границ нисходящих и восходящих движений образуются так называемые «разрывные» области. При этом на границах сходящихся вертикальных движений образуются так называемые области «сжатия» потоков, которые выталкиваются вдоль меридиана в области более низких давлений [4,5]. Все это способствует формированию меридиональных ячеек циркуляции по аналогии с меридиональными ячейками циркуляции Гадлея (рис.7).

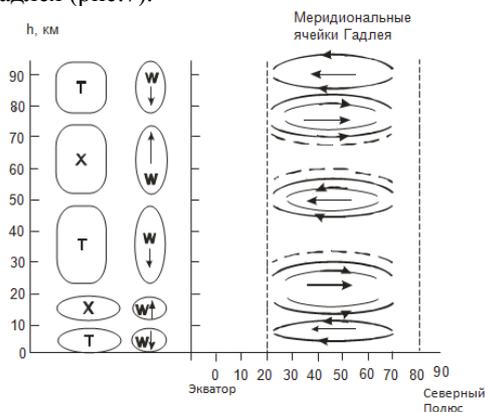


Рис. 7. Меридиональные ячейки циркуляции Гадлея

Эти процессы впоследствии приводят к локальным чередующимся по высоте и со сменой направления меридиональным ячейкам циркуляции.

Подобные меридиональные ячейки выносят тепло со средних по высоте широт в высокие, там они охлаждаются и вновь охлажденные возвращаются на средние широты. Подобное чередование меридиональных ячеек циркуляции позволяет быстрее скомпенсировать центральную область тепла в стратосфере за счет выноса холодных масс воздуха с арктических широт в области высот от 20 до 45-50 км. Как правило, эти стратосферные потепления с их влиянием на атмосферные процессы в выше- и нижележащих слоях, длятся от полутора до двух недель. После чего процессы в атмосфере приходят в свое первоначальное состояние.

Заключение. 1. На основе анализа экспериментального материала о термодинамических характеристиках в Центральноазиатском регионе и по данным метеорологической станции Бишкек совместно с данными двух главных центров действия в Северной Атлантике - это Исландского минимума и Азорского максимума, выделены 3 фазовые подмножества, соответствующие различным сценариям климата: I–1920-1935, II–1940-1970, III–1980-2000 гг.

2. Из данных, приведенных на рис. 3, изменчивость климатических характеристик в Океане и атмосфере в Северной Атлантике (Исландский минимум и Азорский максимум) проявляются в 3-х сценариях не только в Северной Атлантике и на Европейской Территории, но и в регионе Центральной Азии, характеризующийся глубокой континентальностью.

3. Показано, что основная периодичность в 3-х климатических сценариях соответствует квази двадцатид вухлетней солнечной цикличности и, по всей вероятности, обусловлено сменой магнитных полюсов на Солнце.

4. Можно предположить, что в третью декаду текущего столетия наметилась тенденция перехода региональной климатической системы в Центральноазиатском регионе к новой фазе, а именно относительному похолоданию подобно сценарию 1940-1970 гг., сопровождающийся похолоданием и усилением фактора континентальности климата. Это похолодание в регионе может происходить как за счет уменьшения потока Солнечной радиации, поступающей на Землю, так и за счет сокращения потока тепла из океана в атмосферу.

Литература:

1. Бышев В.И. Синоптическая и крупномасштабная изменчивость океана и атмосферы. – М., Наука, 2003, 344 с.
2. Бышев В.И. и др. О междекадной изменчивости климатических характеристик океана и атмосферы в регионе Северной Атлантики. // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2012, т.9, №2, с.304-311.
3. Воробьев В., Смирнов Н. Арктический антициклон и динамика климата Северной полярной области – СПб, Изд-во РГМУ, 2003, 82 с.
4. Гайнутдинова Р.Д. Термодинамические характеристики процессов в верхней атмосфере сред.широт- Б., КРСУ, 2014, 169 с.
5. Каримов К.А., Гайнутдинова Р.Д. Вариации солнечной постоянной и температурный режим нижней атмосферы // Доклады НАН КР, Б., 2014, № 1, с. 38-44.