

Возможные причины горячего российского лета 2010

Н.М. Астафьева

Институт космических исследований РАН
117997, Москва, Профсоюзная, 84/32
E-mail: ast@iki.rssi.ru

Изучение спутниковых данных и комплексное сравнение с результатами анализа климатических и палеоданных позволило предположить, что причиной горячего лета в России послужило сочетание нескольких природных факторов (смена фазы долговременных колебаний ЦДА, Эль-Ниньо), приведшее к необычно долгой блокировке западного переноса. Похожая причина привела к холодным зимам 2009/10 и 2010/11 гг.: зимний Сибирский максимум, сменяющий летнюю Азиатскую депрессию, Канадский максимум и Арктический антициклон создали блокирующую ситуацию, которая перекрыла доступ теплого воздуха с Атлантики. Мы уже отмечали, что в последние годы реперные точки (линии) широтной структуры радиотеплового поля планеты – его экстремумы разных знаков – смещаются к северу. Похоже, что сложившаяся в последний год ситуация определяется не какими-то экстраординарными событиями, а долговременным (с масштабами в несколько десятилетий) колебанием атмосферы, на смене фазы которого мы сейчас находимся (это колебание прослеживается в индексах колебаний ЦДА). Преобладающий тип атмосферной циркуляции, приведший к аномальной жаре летом, доминировал в предыдущую зиму и сохранился в последующую, что вызывает опасения, что будущим летом 2011 г. может повториться жара, хотя и в меньшей степени.

Ключевые слова: общая циркуляция атмосферы, центры действия атмосферы, атмосферные колебания, изменения климата.

Метеорологическая ситуация двух последних холодных зим и жаркого лета 2010 г. детально описана и тщательно проанализирована на сайте Гидрометцентра России (<http://www.meteo.ru>), кратко напомним лишь необходимые сведения.

Погода в Москве характерна для умеренно-континентального климата – зимой температура воздуха T за несколько часов может измениться от плюсовой с дождем до двадцати мороза со снегом. Интенсивная циклоническая деятельность приводит к несходести погод разных лет: в январе бывало $+4^{\circ}\text{C}$ (1988, 1990) и $-42,2^{\circ}\text{C}$ (1940), а летом $+38,2^{\circ}\text{C}$ (2010). В нормальные зимы температура воздуха колеблется от -5 до -15°C ; несколько раз бывают оттепели; 1–2 раза – по 2–4 дня с ночным выхолаживанием до -25°C и днем не выше -15°C , когда на Европейскую территорию России (ЕТР) смещается гребень Сибирского или Арктического антициклона (часто блокирующего); за последние 30 лет рубеж -30°C достигался в 1987, 2006, 2010 гг.; сильные морозы (4°C больше нормы) устанавливаются на 7–10 дней, а летняя жара может длиться от 2–3 дней до 1,5–2 месяцев (1936, 1938, 1972, 2010). С 1970-х гг. среднегодовая московская температура воздуха растет, причинами могут быть как потепление, так и естественная цикличность климата, а также рост города. **Зима 2009/10 гг.** – одна из самых холодных и снежных за 30 лет, запомнилась не морозами (пару раз было $T = -26^{\circ}\text{C}$), а продолжительностью холодов. **Летом 2010 г.** аномальная жара с дневной температурой воздуха $\geq 25^{\circ}\text{C}$ установилась 22.06 и продолжалась без малого два месяца; в середине июля стала преодолевать 30°C и 23.07 впервые с 1938 г. превысила 36°C (в центре города 38°C); запах гари от лесных пожаров чувствовался 19.07, а с 26.07 смог не покидал город более двух недель. Температура воздуха начала снижаться 10.08 – сменился ветер, увеличилось темное время суток и понизился уровень солнца над горизонтом; 18.08

стал последним днем с $T > 30^{\circ}\text{C}$ – на следующий день похолодало до 20–25. Максимальная температура воздуха в течение 44 дней превышала 30°C , из них 33 дня (14.07–15.08) подряд (в 2007 г. было 15 дней с $T > 30^{\circ}\text{C}$); 16 дней максимальная температура воздуха превышала 35°C , установлены абсолютные среднесуточный ($\text{Tmax} = 30,8^{\circ}\text{C}$) и ночной ($\text{Tmin} = 26,0^{\circ}\text{C}$) рекорды. **Зима 2010/11 г.**: мощный Арктический антициклон принес морозы и 1.12 было около $-24,0^{\circ}\text{C}$, через три дня температура воздуха вернулась к норме и образовался снежный покров; 26.12 на город обрушился ледяной дождь; декабрь оказался холоднее нормы на $2,4^{\circ}\text{C}$. Январь был умеренно морозным, но в конце второй декады случились Крещенские морозы из-за блокирующего Сибирского антициклона. Первая декада февраля была аномально теплой, а вторая очень морозной и в итоге февраль оказался на 4° С холоднее нормы, а зима в целом – на $2,4^{\circ}\text{C}$; в конце месяца Арктический антициклон, принесший в Москву лютые холода, отступил на юго-восток.

Погода в России. Холодная зима 2009/10 г. на юге Сибири и на ЕТР связана с распространением далеко на запад гребня Сибирского максимума. Апрель на $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$ превысил климатическую норму; в мае возникали суховеи и лесные пожары (Липецк, Тамбов). **Летом 2010 г.** на ЕТР более месяца держалась температура воздуха $> 30^{\circ}\text{C}$ благодаря устойчивому антициклону, закачивавшему горячий воздух из Средней Азии; горели леса и торфяники (Москва, Рязань, Нижний Новгород), в Якутии среднесуточные температуры воздуха превышали норму на $8\text{--}12^{\circ}\text{C}$. Лето стало самым жарким за 120 лет, сезонная аномалия в центре и на юге ЕТР составила $4,1^{\circ}\text{C}$, а в целом по России – $1,8^{\circ}\text{C}$, несмотря на то, что на значительной части страны (Урал и Западная Сибирь) было заметно холоднее обычного (<http://www.meteo.ru>).

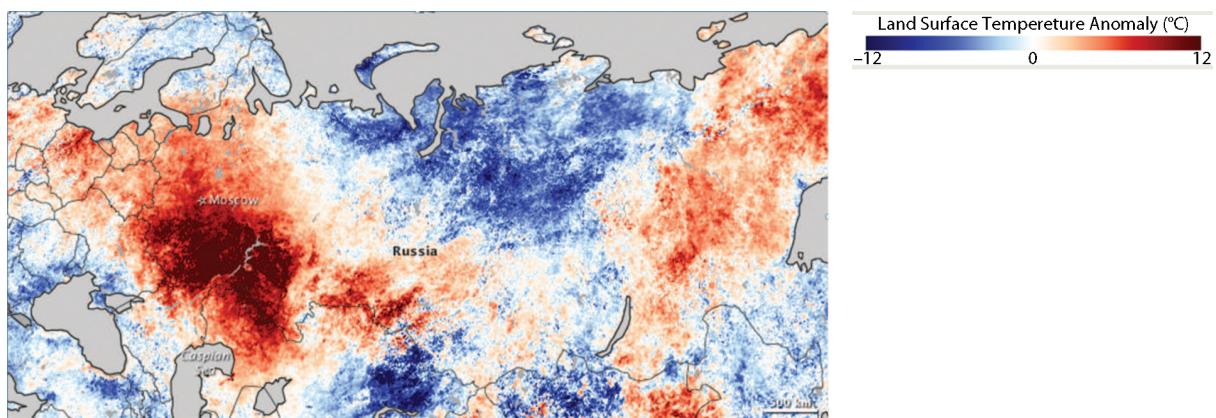


Рис. 1. Карта аномальных температур лета 2010 г.; красным выделены зоны, где средняя температура за 20–27 июля 2010 г. превышала температуру за тот же период 2000–2008 гг., синим – зоны с отрицательной температурной аномалией

Специалисты NASA Earth Observatory на основе снимков спутника Terra (MODIS, The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) составили карту температурных аномалий конца июля 2010 г. на территории России (рис. 1). Максимальное превышение на 12° С зафиксировано на площади более 1 млн. km^2 , а в некоторых регионах июльская температура была на 12° С ниже средней. Широкоугольный спектрорадиометр позволил проследить за распространением дыма от горящих лесов и торфяников – он преодолел тропосферу и достиг нижних слоев стратосферы, поднявшись на высоту 12 км.

Зима 2010/11 г.: в декабре сформировался мощный очаг холода с двумя ядрами – над северо-западной частью ЕТР и Восточной Сибирью аномалии среднемесячной температу-

ры воздуха достигали $-6\ldots-7^{\circ}\text{C}$ и $-8\ldots-10^{\circ}\text{C}$; в январе потеплело, но в Сибири и на Урале было холодно. Во второй половине февраля холодный вихрь захватил всю ЕТР; среднемесячная температура воздуха была меньше нормы от Баренцева до Черного моря и Каспия и от Балтики до Урала; полностью замерзли центральная и восточная части Финского залива и северное побережье Черного и Азовского морей – в Одессе такое наблюдали в 1977 г.

Две холодные зимы и аномально жаркое лето – ситуации разные, но во многом похожие: во всех трех случаях развивалась блокирующая ситуация, приостанавливавшая западный перенос. С ним на континент поступает атлантический воздух и устанавливаются приемлемые T зимой и средний дневной максимум лета 23°C , а отнюдь не $30\text{--}35$. Преобладающий тип атмосферной циркуляции, приведший к аномальной жаре, доминировал в предыдущую зиму и сохранился в последующую, что вызывает опасения, что будущим летом жара может повториться. Правда, в ситуацию с жарким летом вмешался и усугубил ее еще и антропогенный фактор – горящие леса отдавали тепло атмосфере и формировали самоподдерживающуюся систему (фактически мы создали раскаленную сковороду с $T \approx 50\text{--}60^{\circ}\text{C}$ в часы максимального прогрева и не так уж сильно остывающую по ночам). В настоящей работе, однако, будут обсуждаться лишь несколько естественных (природных) дальних связей – с блокирующими барическими системами.

Характерная для умеренных широт циклоническая деятельность сопровождается выносом теплого воздуха в высокие широты и вторжениями холодного до субтропиков; меридиональные составляющие быстро и часто меняются, однако бывают ситуации, когда несколько суток (даже недель) обширные и высокие вихри мало меняют свое положение и формируется блокирующая ситуация с длительным меридиональным переносом над большими площадями иногда во всей толще тропосферы (различают меридиональный и зональный типы циркуляции над полушарием или большим его сектором). Мощный неподвижный блокирующий антициклон не пропускает другие воздушные массы на занятую территорию обычно в течение 3–5 суток, 1 % антициклонов дотягивает до 15 суток. Летом 1972 и 2010 гг. антициклон над ЕТР существовал почти по два месяца, вызвав катастрофическую засуху и сильнейшую жару (и, отчасти, лесные пожары). Попробуем разобраться с явлениями, которые могут служить причиной таких ситуаций и которые должны быть достаточно долговременными и крупномасштабными. Для этого сделаем некоторые пояснения.

Центры действия атмосферы (ЦДА). Глобальная циркуляция (Пальмен, Ньютон, 1973) имеет квазигеострофический характер, т. е. барический градиент практически компенсируется силой Кориолиса, а глобальные движения ориентированы зонально и направлены почти по изобарам, перпендикулярно градиенту давления. Так и было бы, если бы не инерционные океаны и быстро реагирующая суша, которые с разной скоростью усваивают и отдают энергию. Расположение материков и океанов нарушает зональную структуру и дополняет ее крупномасштабными квазистационарными барическими образованиями – ЦДА, определяющими преобладающее направление ветров в регионах своего расположения, погоду и климат обширных регионов планеты.

Внутри тропической климатической зоны лежит один из перманентных ЦДА – экваториальная депрессия – пояс пониженного давления, в котором располагается внутритропическая зона конвергенции (ВЗК). Субтропические зоны повышенного давления по обе стороны от ВЗК распадаются на Азорский (Северо-Атлантический, обозначен красной цифрой 1 на рис. 2) и Гавайский (Северо-Тихоокеанский, цифра 2) максимумы в Северном полушарии и Южно-Атлантический (3), Южно-Тихоокеанский (4) и Южно-Индийский

(5) в Южном полушарии. Субполярные депрессии располагаются в умеренных широтах – Исландская (6) и Алеутская (7) в Атлантике и Тихом океане Северного полушария, а Антарктическая в Южном полушарии. В высоких широтах Арктический и Антарктический антициклонами сменяются областями пониженного давления над обоими полюсами. Кроме перечисленных постоянных океанических ЦДА существуют сезонные континентальные: в Северном полушарии действуют зимний Канадский (8) максимум и летняя Калифорнийская депрессия, а зимний Сибирский (Азиатский, 9) максимум сменяется летним Азиатским минимумом (Передне- или Южно-Азиатская депрессия, 10); в Южном полушарии Австралийская, Южно-Американская и Южно-Африканская летние депрессии сменяются зимними антициклонами. Кроме ЦДА на рис. 2 выделены изолинии ~1012 гПа, опоясывающие земной шар и условно отделяющие океанические субтропики от материкового полушария и от Антарктиды.

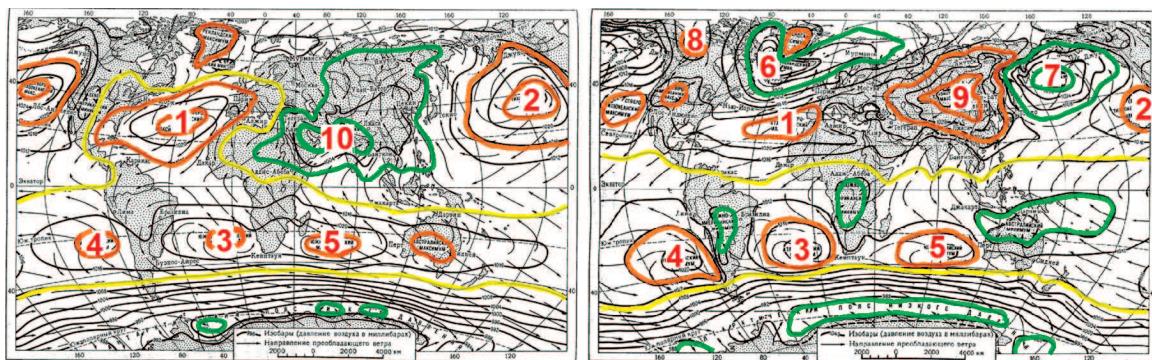


Рис. 2. Расположение ЦДА в июле (слева) и январе (справа)

Особенности климата Евразии определяют огромные размеры материка – 36 % суши Земли, 16 и 8 тыс. км с запада на восток и с севера на юг; годовая радиация на западе Европы составляет 70–140 ккал/см², на юге и юго-востоке Азии – 120–180, а в Аравии – 200–220 (максимальная на Земле). С западным переносом на материк в течение всего года поступает воздух с Атлантики; по мере движения на восток он отдает влагу, охлаждаясь зимой и прогреваясь летом; орографические препятствия отсутствуют, трансформация воздуха (и изменение климатических условий) происходит постепенно; иногда морской воздух сменяется сухим холодным арктическим и, чем дальше к востоку, тем арктические вторжения чаще и продолжительнее; над азиатской частью сменяют друг друга Сибирский и Азиатский ЦДА; восток и юг материка находятся под воздействием ЦДА Тихого и Индийского океанов – в формировании климата Евразии в той или иной мере участвуют все ЦДА Северного полушария. **Зимой** над внутренними частями континента создается величайшая на Земле область высокого давления – Сибирский ЦДА (обычно с центром над Монголией) распространяется на всю Сибирь и может образовать два отрога: на северо-восток до Чукотки и на юго-запад через юг Западной Сибири и Приволжской возвышенности к низовьям Днестра до Западной Европы. Взаимодействующие над ЕТР воздушные массы из Атлантики и Арктики в большей или меньшей степени испытывают влияние Сибирского максимума, что делает погоду неустойчивой и контрастной. **Летом** воздух с прогретого материка стекает к океанам и над ним устанавливается Азиатский минимум (обычно с центром над Афганистаном или Индией), являющийся северной окраиной экваториальной ложбины. Одновременно над океанами ослабевает Исландский атлантический минимум, почти исчезает Але-

утская тихоокеанская депрессия и разрастаются области повышенного давления: Азорский североатлантический, Гавайский северотихоокеанский и Южно-Индийский ЦДА усиливаются и расширяются к северу; область повышенного давления сохраняется и в Арктическом максимуме над Северным Ледовитым океаном. **Таким образом, годовое поле давления над Евразией** формируется под определяющим влиянием ЦДА Европейско-Атлантического региона (Исландский и Азорский) и Азиатско-Тихоокеанского региона (Сибирский максимум и Азиатский минимум, Гавайский и Алеутский ЦДА). Необходимо также отметить арктические вторжения (Арктический ЦДА), способствующий блокирующему ситуаций Канадский ЦДА и экваториальную депрессию, которая из-за сильного прогрева Азиатского континента летом значительно расширяется по площади и сливается с Азиатской депрессией, южную часть Азиатского ЦДА иногда даже рассматривают как экваториальную депрессию, сместившуюся в тропические широты, – в Евразии она распространяется наиболее далеко к северу от экватора до 22–28° с.ш. (рис. 3, справа).

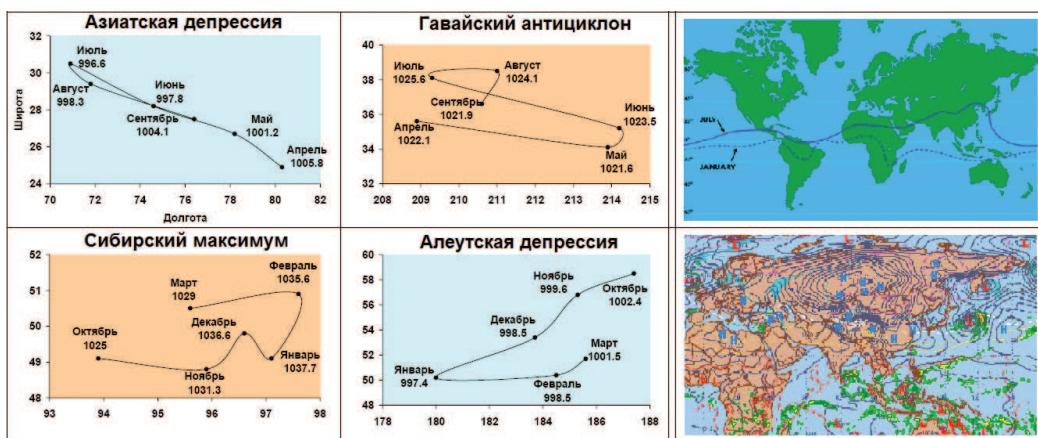


Рис. 3. Среднее многолетнее атмосферное давление в ЦДА Азиатско-Тихоокеанского региона и их географическое положение в месяцы наибольшей активности (слева); положение экваториальной ложбины в июле и январе (справа вверху) и Сибирского ЦДА в начале января 2011 г.

Географическое положение ЦДА и давление в их центрах (рис. 3) (Дашко, 2005) меняется в течение периода их деятельности. На рис. 3 показано также расположение Сибирского ЦДА в начале января 2011 г., центральная область которого разместилась заметно северо-западнее, чем обычно. Кроме сезонных изменений характеристики ЦДА испытывают и более долговременные колебания. И причина участившихся в последние годы длительных блокирующих ситуаций лежит, похоже, именно в долговременных крупномасштабных колебаниях атмосферы, вернее, в идущей сейчас смене их фазы.

Смещение реперных точек (линий) радиотеплового поля Земли. При изучении широтной структуры радиотеплового поля и проявления в нем климатических тенденций мы отмечали (Астафьев, Хайруллина, 2010), что в последние годы реперные точки (линии) радиотеплового поля – его экстремумы разных знаков – смещаются к северу. Проводился анализ межгодовых колебаний положения и величины экстремумов глобальных полей радиояркостной температуры T_r из коллекции ИКИ РАН GLOBAL-Field: максимума вблизи экватора (ассоциирующегося с ВЗК) и минимумов в высоких широтах обоих полушарий (с последующим резким ростом, ассоциирующимся с появлением в области исследования снежно-ледяного покрова с высокой T_r). Обнаруженное перемещение экваториального максимума среднегодовой T_r свидетельствует о продвижении границы теплого влажного тропического воздуха на

север. Минимумы Tr также сместились на север, что согласуется с климатическими тенденциями, свидетельствующими о потеплении в Северном полушарии (и Арктике) и небольшом похолодании в Южном полушарии (и Антарктиде). Реперные точки (линии) радиотеплового поля – южный, экваториальный и северный экстремумы переместились к северу на 2; 1,5 и 1 градус широты, соответственно. Смещение границы снежно-ледяного покрова в полушариях происходило не одновременно – в 2000 г. в Антарктике (в один год с экваториальным максимумом), а в 2003–04 гг. – в Арктике. Причиной может быть не только глобальное потепление, но и долговременные планетарные колебания атмосферы.

Долговременные колебания ЦДА. Величина экваториального максимума Tr (и окружающая его зона климатического экватора) испытывает квазидвухлетние колебания с небольшим положительным трендом (Хайруллина, Астафьева, 2010). Как известно (Сидоренков, 2002), атмосфера, океан и земля (и климатическая система) совершают согласованные колебания – это одно из характерных свойств атмосферы на планетарных масштабах (квазидвухлетняя цикличность, Северо-Атлантическое колебание (NAO), Южное колебание (SOI) и др.). Характеристиками колебаний служат индексы, которые чаще всего представляют собой нормированную разность давлений в определенных ЦДА. На рис. 4 (Дашко, 2005) представлен временной ход ЦДА Азиатско-Тихоокеанского региона за время инструментальных наблюдений – в течение немногим более ста лет. На фоне линейного тренда есть периоды понижения давления, которые сменяются периодами (порядка нескольких десятилетий) повышенных значений: три таких периода продолжительностью ~20 лет и по два периода ~30–35 лет можно разглядеть во временном ходе Алеутского, Гавайского и Азиатского ЦДА.

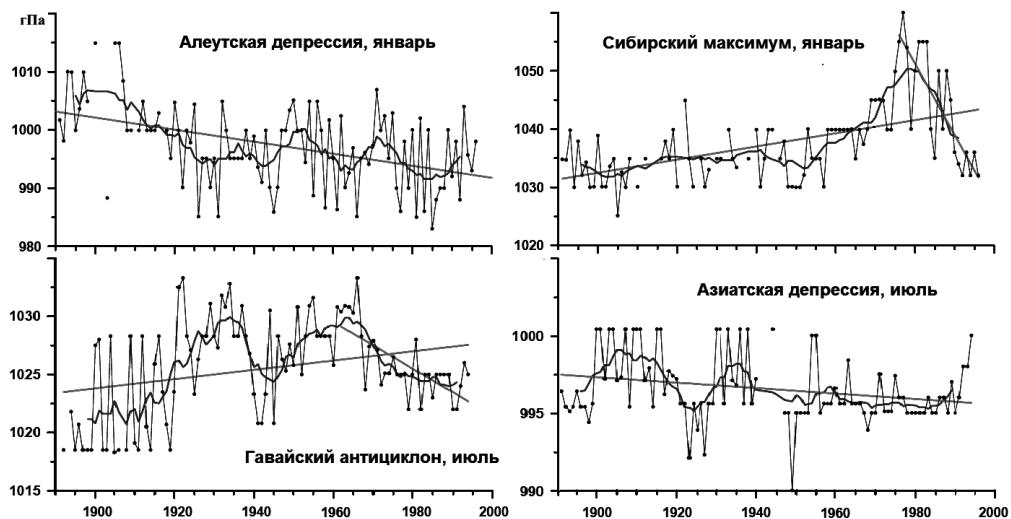


Рис. 4. Временной ход атмосферного давления в центрах Алеутской депрессии и Сибирского максимума в январе, а также Гавайского антициклона и Азиатской депрессии в июле со скользящим 11-летним осреднением и линейными трендами

Между Сибирским максимумом и Алеутской депрессией зимой и между Азиатской депрессией и Гавайским антициклоном летом формируется зона значительных барических градиентов. Зимние ЦДА, располагающиеся практически на одной широте и ближе друг к другу, имеют более значительные различия давления ΔP , чем летние (ΔP между зимними ЦДА превышают ΔP летних более чем в 1,5 раза). **Макромасштабный градиент давления**, ∂P , характеризующий напряженность барического поля в Азиатско-Тихоокеанском регионе

не, строится как разность давления в сопряженных ЦДА, отнесенная к расстоянию между ними; летом он составляет в среднем 2,2 гПа, а зимой 5,6 гПа на 10 градусов долготы и отличается волнобразным ходом (рис. 5) (Дашко, 2005). Во временном ходе зимнего ∂P на фоне небольшого положительного тренда видны две волны, продолжительностью ~45–50 лет. На фазе спада волны в конце столетия зимний ∂P показывает уменьшение градиента ~−1,5 гПа на 10 градусов долготы за 10 лет (как и на фазе спада в середине столетия); нисходящая фаза волны характерна в последние десятилетия и для летнего ∂P . Обратим внимание, что период 1930–1940-х гг. (отмечаемый как теплый период на Северном полушарии в XX в.) также отличается уменьшением летнего ∂P (последний период спада с началом в середине 1960-х гг. имеет большую длительность). Приведенная тенденция изменений барических показателей не есть климатический катаклизм, а часть колебаний, которые имели место и в прошлом (Федулов, Астафьев, 2008), см. далее. Отделить, однако, «глобальное потепление» от естественного теплого периода на нисходящей фазе волны не представляется возможным.

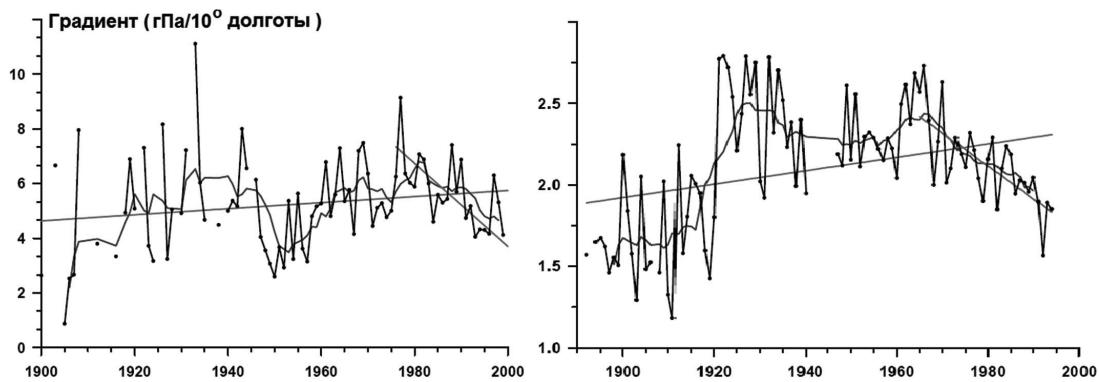


Рис. 5. Временной ход зимнего (слева) и летнего макромасштабного градиента давления со скользящим 11-летним осреднением и линейными трендами

Приведем еще один очень показательный пример долговременных согласованных колебаний ЦДА: в дискуссии о том, что влияние Эль-Ниньо на климат происходит через PDO (Pacific Decadal Oscillation), Ваттс А. (Watts Anthony) представил специальным образом сглаженные индексы ЦДА: северотихоокеанский индекс – NPI (North Pacific Index), который рассчитывается как взвешенное давление на уровне моря по области 30–65° с.ш., 160° в.д.–140° з.д. и позволяет определить интенсивность Алеутского ЦДА зимой; индекс декадного тихоокеанского колебания – PDO, который рассчитывается на основе температуры поверхности океана (ТПО) и приземного давления севернее 20° с.ш., и индекс процесса Южное колебание – Эль-Ниньо – Nino 3.4 (аномалии ТПО в области 58° с.ш.–5° ю.ш., 120–170° з.д.). Сглаживание проводилось с использованием фильтрация Ходрика–Прескотта и вейвлетов Морле таким образом, чтобы отфильтровать все циклы с масштабами менее 5,3 года. На рис. 6, представленном А. Ваттсом на одном из совещаний, показаны полученные после сглаживания результаты (слева) и первая главная компонента трех индексов (он назвал ее «средневзвешенной»).

Индекс, связанный с Эль-Ниньо, как ему и положено при таком усреднении, демонстрирует близкие к десятилетним колебания, но нам здесь интересны NPI и PDO, демонстрирующие долговременные изменения ЦДА Азиатско-Тихоокеанского региона – Алеутского и Гавайского. Проведенная процедура позволила Ваттсу обнаружить два полных цикла в прошлом веке: режимы крутого спада PDO (и NPI) преобладали в 1890–1924 гг.

и новь в 1947–1976, в то время как «теплые» режимы PDO доминировали в 1925–1946 и с 1977 г. по крайней мере до середины 1990-х гг. В работах (Miller et al., 2004; Minobe, 1999) также показано, что самыми энергичными колебаниями PDO прошлого века были колебания с периодами от 15 до 25 и от 50 до 70 лет.

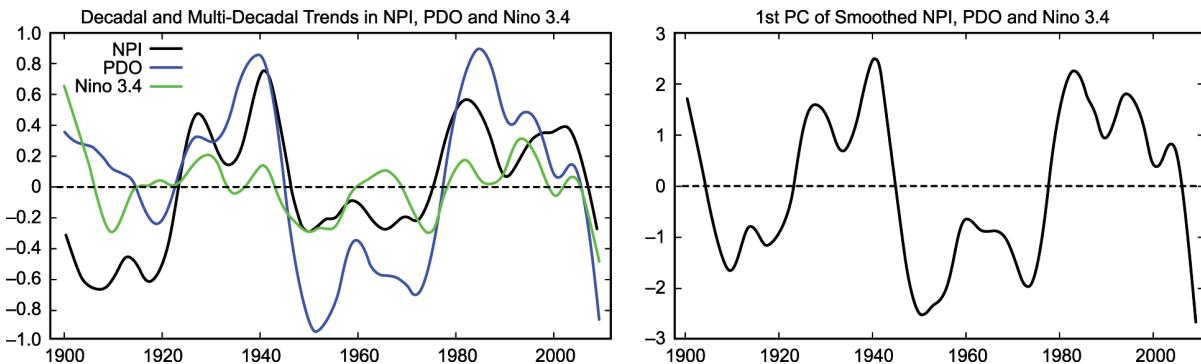


Рис. 6. Временной ход сглаженных индексов NPI, PDO и Nino 3.4 (слева) и первая главная (средневзвешенная) компонента трех индексов (справа)

Эпоха инструментальных наблюдений пока еще слишком коротка для выявления долгопериодных климатических колебаний. Представленные результаты охватывают лишь два цикла колебаний ЦДА Северо-Тихоокеанского региона, однако, анализ большого числа реконструированных данных (Федулов, Астафьев, 2008) подтверждает наличие колебаний ЦДА с периодами от 50 до 70 лет в течение последних 500 лет.

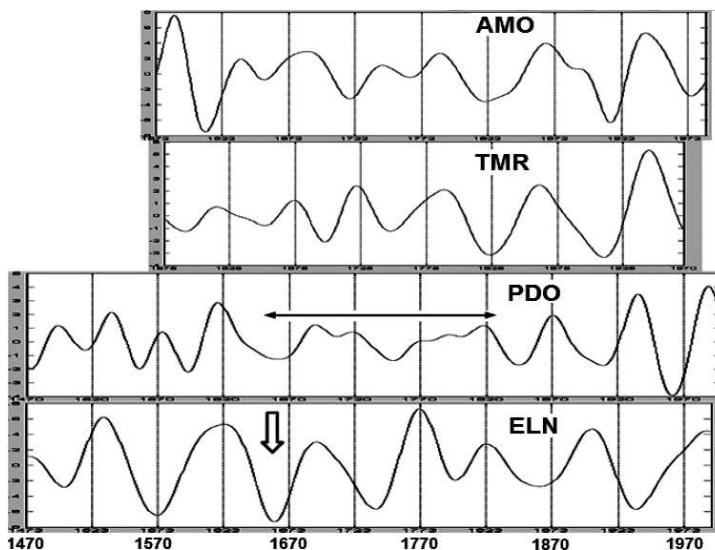


Рис. 7. Временной ход реконструированных сглаженных индексов AMO и PDO, а также температуры на Таймыре (TMR) и событий Эль-Ниньо (ELN) за 500 лет

На рис. 7 представлены результаты применения сглаживания с помощью вейвлетов (отфильтровывались циклы с масштабами менее 10–20 лет) к реконструированным среднегодовым данным: AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation) – ТПО по аномалиям температуры в северной Атлантике, 0–70° с.ш.; TMR – Т на полуострове Таймыр, по кольцам хвойных деревьев; PDO – ТПО по данным о засухах и наводнениях в северной части Тихого океана; ELN – наличие или отсутствие событий Эль-Ниньо по огромному комплексу сведений.

Интересно проявился в PDO отклик на минимум Маундера (отмечен контурной стрелкой) – амплитуда колебаний уменьшилась, а цикл увеличился с 45 до 65–70 лет (отмечено горизонтальной стрелкой), структура колебаний восстанавливалась в течение последующих полутора столетий. Масштаб 50–70 лет ярко проявился во всех приведенных индексах, т. е. крупномасштабные колебания ЦДА, два цикла которых мы наблюдали в XX в., являются частью глобальных колебаний характерных для атмосферы, по крайней мере, в течение последних пяти столетий.

Таким образом, индексы, описывающие изменения ТПО и атмосферного давления испытывают 25–30- и 50–70-летние колебания и это явление имеет планетарный масштаб – система океан – атмосфера испытывает такие согласованные колебания в пределах полушария и даже обоих (получены свидетельства о согласованности НАО и засух в Юго-восточной Африке). Похоже, что блокирующие ситуации, когда в течение долгого времени на обширных территориях сохраняется преобладающий тип атмосферной циркуляции с блокированием зонального переноса, происходят на нисходящих ветвях этих колебаний (холодные зимы времен Первой и Второй Мировых войн, 1977 и 2010-х гг., жаркое лето 1972 и 2011...), на одной из которых мы сейчас находимся. К тому же ситуация 2010/11 гг. усугубилась явлением (также планетарного масштаба) Эль-Ниньо 2009 г. – известно, что следующий за Эль-Ниньо год бывает жарким. Наводнения в Западной Европе, жара и засуха в России и случились вследствие цепочки природных факторов: сочетание не самого мощного за эпоху инструментальных наблюдений Эль-Ниньо и нужной фазы долговременного атмосферного колебания, усиление Канадского ЦДА, смещение на север экваториальной депрессии и Азиатского антициклиона привели к необычно долгой блокировке западного переноса умеренных широт. Преобладающий тип атмосферной циркуляции, приведший к аномальной жаре летом, доминировал в предыдущую зиму и сохранился в последующую, что вызывает опасения, что приближающееся лето 2011 г. также может оказаться жарким, хотя и в меньшей степени.

Литература

1. Астафьева Н.М., Хайруллина Г.Р. (2010) Проявление некоторых климатических тенденций в структуре радиотеплового поля над Атлантикой // Исслед. Земли из космоса. 2010. № 3. С. 41–48.
2. Дацко Н.А. (2005) Курс лекций по синоптической метеорологии. Владивосток: ДГУ, 2005. Гл. 12. С. 1–92 (www.dvgu.ru/meteo/book/Synoptic/Glava_12.pdf).
3. Пальмен Э., Ньютон Ч. (1973) Циркуляционные системы атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 616 с.
4. Сидоренков Н.С. (2002) Атмосферные процессы и вращение Земли. СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. 200 с.
5. Федулов К.В., Астафьева Н.М. (2008) Структура климатических изменений (по палеоданным и данным инструментальной эпохи): Препринт ИКИ РАН. Пр.-2150. М.: ИКИ РАН, 2008. 58 с.
6. Хайруллина Г.Р., Астафьева Н.М. (2010) Квазидвухлетние колебания в структуре радиотеплового поля над Атлантическим океаном по данным микроволнового спутникового мониторинга // Соврем. проблемы дистанц. зондирования Земли из космоса. 2010. Т. 7. № 3. С. 53–61.
7. Miller A.J., Chai F., Chiba S., Joisan J.R., Neilson D.J. (2004) Decadal-scale Climate and Ecosystem Interactions in the North Pacific Ocean // J. Oceanography. 2004. V. 60. P. 163–188.
8. Minobe S. (1999) Resonance in bidecadal and pentadecadal climate oscillations over the North Pacific: Role in climatic regime shifts // Geophysical Res. Lett., 1999. V. 26 (7). P. 855–858.

The possible reasons of hot Russian summer 2010

N.M. Astafieva

*Space Research Institute of RAS
117997, Moscow, Profsoyuznaya, 84/32
E-mail: ast@iki.rssi.ru*

The satellite data and complex comparison with results of the analysis of the climatic and paleodata has allowed to assume that the combination of several natural factors has served as the causes of hot summer in Russia (change of a phase of long-term oscillations of CA, El-Nino), led to unusually long blocking of the western wind. The similar cause has led to cold winters 2009/10 and 2010/11: the winter Siberian maximum replacing summer Asian depression, Canadian maximum and Arctic anticyclone have provoked a blocking situation, which has blocked the warm Atlantic air access. We already noticed that last years the reper points (line) of latitudinal structure of a radio thermal field of a planet – its different signs extrema – are displaced to the north. It seems that the situation of last year is defined not by any extraordinary events, but long-term (in multi-decadal scales) atmosphere fluctuation on which phase change we now are (this fluctuation is traced in indexes of atmospheric centers of action). The prevailing type of the atmospheric circulation which have led the anomaly heat summer, dominated the last winter and has remained in the next that causes fears that the heat can repeat the next summer of 2011.

Keywords: general circulation of atmosphere, the centers of action of atmosphere, multi-decadal atmospheric oscillations, climate change.