



УДК 551.583

Циркуляционные особенности аномальных погодных явлений на территории России летом 2013 г.

И. В. Латышева (ababab1967@mail.ru)

К. А. Лощенко (christ.1526@mail.ru)

Е. В. Шахаева (elenash@mail.ru)

Г. С. Сметанин (ice-meteo@mail.ru)

Аннотация. В работе рассмотрены циркуляционные особенности атмосферных процессов на территории России в летние месяцы 2013 г. Особое внимание уделяется исследованию синоптических условий длительных периодов с высокими температурами, которые привели к возникновению засух и пожаров, и сильных осадков, вызвавших катастрофические наводнения на территории Дальнего Востока.

Ключевые слова: климат, атмосферная циркуляция, засухи, наводнения, пожары.

Введение

Факт повышения глобальной температуры воздуха отмечен в подавляющем большинстве работ отечественных и зарубежных авторов, занимающихся изучением данного вопроса [2, 16, 21 и др.]. Первоначально потепление климата, охватившее всю планету со второй половины XX в., в основном связывали с чувствительностью климатической системы к малым внешним воздействиям (CO_2) [17]. Поэтому во многих физико-математических моделях климата концентрация углекислого газа в атмосфере являлась основным и по сути единственным фактором современных изменений климата [8].

Оценки будущего климата по таким моделям показывают, что антропогенный рост концентрации CO_2 будет сопровождаться потеплением климата многие десятилетия и даже столетия. Так, по данным климатической модели ИФА РАН [14], получены оценки возможных изменений климата в Северном полушарии к концу XXI в. при задании антропогенных воздействий по сценариям I и II. Глобальное среднегодовое потепление у поверхности Земли к концу XXI в. относительно его начала составляет 1,2–2,6 °C при сценарии I и 0,9–1,2 °C при сценарии II. Во всех сценариях начиная с 60-х гг. XXI в. отмечается уменьшение скорости роста средней годовой глобальной приповерхностной температуры атмосферы. Для обеих групп сценариев среднегодовое потепление максимально в высоких широтах Северного полушария с несколько большими значениями в Северной

Америке (3–7 °С при сценарии I и 2–4 °С при сценарии II), чем в Евразии (3–5 °С при сценарии I и 2–3 °С при сценарии II). При всех сценариях потепление зимой выражено сильнее, чем летом, с большими значениями в Северной Америке по сравнению с Евразией. Летом для обеих групп сценариев увеличение приповерхностной температуры внетропических широт в Евразии больше, чем в Северной Америке. Выявлено увеличение сумм атмосферных осадков к концу XXI в., наиболее значительное над континентами Северного полушария зимой, характерное для обеих групп сценариев.

В 2007 г. в обобщающем докладе Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГИК) [12] впервые наряду с антропогенным вкладом были рассмотрены естественные составляющие климатической изменчивости. На наличие в изменениях климата мощных колебательных процессов естественного происхождения, которые сопоставимы с экспоненциальной составляющей роста средней годовой температуры воздуха, обусловленной усилением парникового эффекта, указывают данные метеорологических наблюдений за период 1976–2009 гг., где в последнее десятилетие на территории Северного полушария заметно увеличилась площадь, характеризующаяся отрицательными трендами температур (до $-1,0$ °С/10 лет), которые отмечались над Атлантикой, восточной и приэкваториальной частями Тихого океана, в Северной Америке, в Центральной Африке, в Западной Сибири, над Охотским морем и в прилегающих районах [18].

Поскольку конечный результат совместного действия антропогенных и естественных факторов не вполне определен, то это означает, что повышение температуры воздуха за последние десятилетия нельзя полностью объяснить усилением антропогенных парниковых газов. В настоящее время определение вклада антропогенных и естественных факторов в короткопериодные вариации климата производят на основе сопоставления эмпирических и модельных данных. Однако в физико-математических моделях существует целый ряд нерешенных проблем, часть из которых обусловлена недостаточным уровнем понимания физических процессов [7]. Большинство современных моделей не воспроизводят с необходимой степенью достоверности некоторые крупномасштабные моды климатических изменений и не учитывают естественное чередование эпох потепления и похолодания климата [4].

На территории России в последние десятилетия отмечен рост повторяемости экстремальных климатических явлений, количественное описание которых затруднено, поскольку частота данных событий по определению мала [1]. Среди экстремальных погодных явлений на территории России прежде всего следует выделить резкие перепады температур за короткий промежуток времени (волны тепла или холода), которым обычно сопутствуют интенсивные осадки и сильный ветер, нередко наносящие значительный материальный ущерб. Термины «волны холода» и «волны тепла» возникли в метеорологии в конце XIX в., когда при исследовании локальных областей холодного и теплого воздуха, которые смещались из северо-западных районов Европы и Северной Америки в юго-восточном на-

правлении вглубь материка, было обнаружено, что кривые изменения средней суточной температуры воздуха носят волнообразный характер [15]. В настоящее время волнами тепла и холода называют периоды значительного потепления или похолодания, которые оценивают по отклонениям средней суточной температуры воздуха от средних многолетних значений («норм»). В качестве пороговых значений, определяющих уровень, выше (ниже) которого значения температуры воздуха считаются экстремально высокими (низкими), часто используются границы интервала $2s$ (где s – среднее квадратическое отклонение средней суточной температуры в соответствующий месяц) [3]. При исследовании процессов потеплений и похолоданий на территории Украины в теплый период года волны тепла и холода идентифицировали как резкий перепад средней суточной температуры воздуха ($\Delta t = 6\text{--}10^\circ\text{C}$) в сторону повышения или понижения на площади $\geq 80\%$ территории, которые по продолжительности подразделяли на кратковременные (2–4 сут.) и длительные (более недели) [11]. Приведенные примеры показывают, что в настоящее время нет общепризнанного критерия для выделения волн тепла и холода. Отчасти это объясняется тем, что в зависимости от поставленных задач наибольший интерес для научного исследования могут представлять волны определенной интенсивности либо продолжительности.

С наличием волн тепла и длительным отсутствием атмосферных осадков в теплый период года связано увеличение повторяемости засух и количества лесных пожаров на территории России в последние десятилетия [6; 19]. Анализ имеющихся временных рядов суточных сумм атмосферных осадков показал, что в ряде регионов страны в летние месяцы возрастает число дней с интенсивными осадками [20, 9]. Кроме того, происходит некоторое перераспределение в характере атмосферных осадков: общая сумма осадков за теплый период может измениться незначительно, но большая их часть приходится не на продолжительные обложные осадки, а на кратковременные, но интенсивные ливни. По оценкам, выполненным с помощью различных моделей изменения климата и стока рек, в XXI столетии на Кавказе, в бассейнах рек Енисея и Лены, северных рек европейской территории России следует ожидать увеличения максимального стока в половодье и, следовательно, повышения вероятности катастрофических наводнений и усиления селевой активности [5; 10].

Поэтому необходим тщательный мониторинг происходящих на территории отдельных регионов климатических изменений, который позволит более эффективно использовать климатическую информацию и выработать рекомендации для уменьшения возможных потерь от негативных последствий регионального изменения климата.

Постановка задачи и методы исследования

Территория России крайне неоднородна по своим климатическим условиям. Факт увеличения на ее территории в последние годы климатически экстремальных (засухи, наводнения, продолжительные периоды с

сильной жарой или морозами) и стихийных погодных (шквалы, смерчи, сильные ливни, град) явлений заставляет ученых искать причины, позволяющие объяснить эти явления.

Ярким примером такого рода аномалий на территории России является летний период 2013 г., когда, по данным Гидрометцентра России [22], средняя температура воздуха у поверхности Земли получила 4-й ранг среди самых высоких значений, уступая только трем своим предшественникам: лету 2010, 2011 и 2012 гг.

Длительный период жаркой и сухой погоды в первую половину лета привел к возникновению засушливых условий на территории Калмыкии, Центрально-Черноземного и Поволжского районов, на Урале и на севере Сибири, а во вторую половину лета – на севере и юго-востоке Сибири. Иркутская область в летние месяцы 2013 г. получила менее половины нормы осадков.

Рекордное количество атмосферных осадков выпало на территории Дальневосточного федерального округа, где в отдельных районах месячные нормы сумм атмосферных осадков были превышены в 2–3 раза, что привело к экстремальным паводкам, нанесящим колоссальный экономический ущерб этому региону. Интенсивные и частые дожди отмечались в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, на территории Якутии, Чукотки, Камчатки и Сахалина.

Аномально низкие температуры в ночные и ранние утренние часы сопровождалась радиационными заморозками, которые отмечались в июле на европейской территории России, а в августе в ряде районов Центральной России, на территории Урала, Башкирии, Поволжья, Сибири, Якутии и Дальнего Востока.

В данной работе рассматриваются синоптические условия летнего периода 2013 г. на территории России по данным ежедневных синоптических карт (приземных и высотных). Путем построения траекторий анализировались смещения центров барических образований у поверхности Земли и осей струйных течений вблизи тропопаузы в периоды развития продолжительных аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков.

Обсуждение результатов исследования

Циркуляционные условия летнего периода 2013 г. характеризовались аномальными процессами, наблюдавшимися как у поверхности Земли, так и в значительной толще тропосферы. В средней тропосфере на уровне АТ-500 гПа (5 км) во все летние месяцы над большей частью территории России преобладали положительные аномалии геопотенциальных высот, которые максимальных значений (12 дкм) достигали в тропосферных гребнях, расположенных над севером Европы, Уралом, Восточной Сибирью и Дальним Востоком (рис. 1). Соответственно, над этими районами был усилен меридиональный перенос (в среднем на 15 %), а планетарная высотная фронтальная зона (ПВФЗ) располагалась севернее обычного примерно на 5–7° [22].

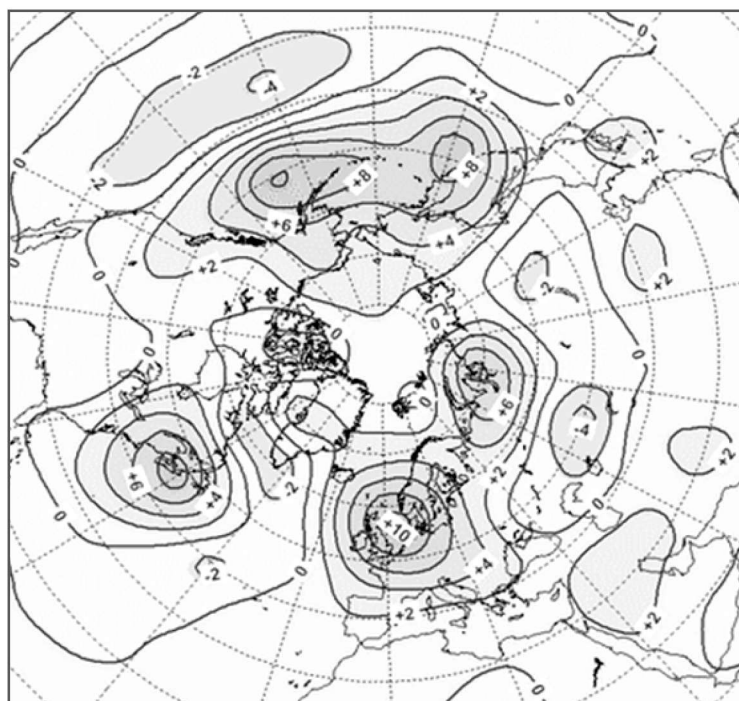


Рис. 1. Средние месячные аномалии геопотенциальных высот (дкм) на АТ-500 гПа в июле 2013 г. [22]

В осредненном поле давления на уровне моря наблюдалось усиление (до 5–6 гПа) Азорского и Гавайского максимумов, что сопровождалось развитием блокирующих гребней и формированием ядер повышенного давления в ряде регионов России (рис. 2).

Отрицательные аномалии в поле геопотенциала на уровне АТ-500 гПа отмечались преимущественно в полярных районах, где наиболее глубоким был циркумполярный вихрь, особенно в июне и в августе, когда отрицательные аномалии в его центре достигали 15 дкм. Существенно ниже климатических значений были геопотенциальные высоты в обширной зоне, занимавшей юг европейской территории России (-4 дкм), Среднюю Азию (-8 дкм) и практически всю южную часть Сибири (-5 дкм).

В наибольшей степени влияние блокирующих процессов прослеживалось на севере Северо-Западного, Уральского и Сибирского федеральных округов, в Якутии, на Дальнем Востоке, Чукотке, Камчатке, Сахалине и Курилах, где в летние месяцы 2013 г. отмечались высокие положительные аномалии средней месячной температуры воздуха (до 2–4 °С). Это наглядно видно по графикам изменения средней суточной температуры воздуха на ст. Якутск и ст. Санкт-Петербург (рис. 3).

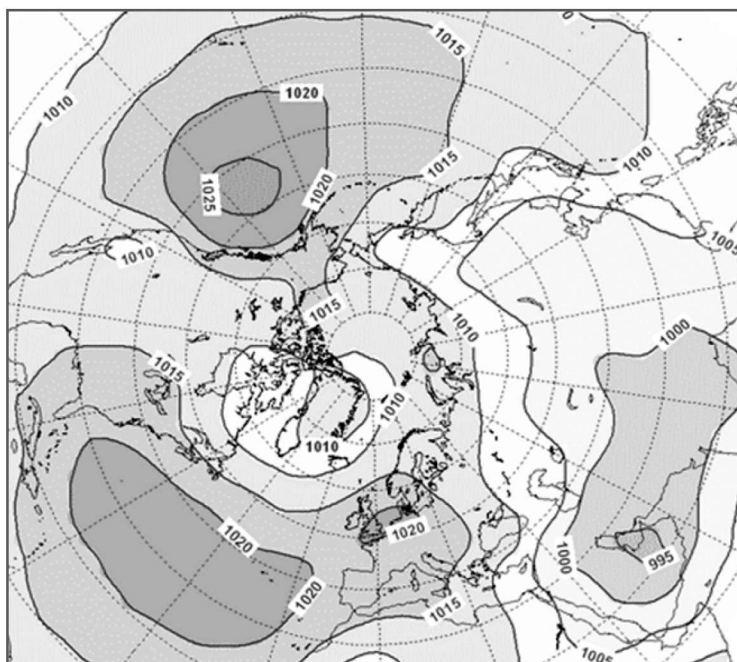


Рис. 2. Осредненное поле давления (гПа) на уровне моря в июле 2013 г. [22]

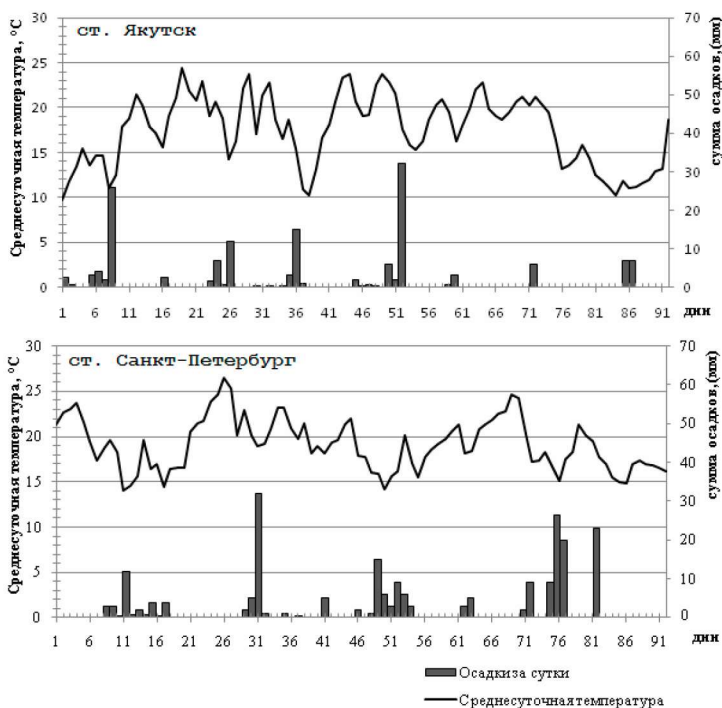


Рис. 3. Графики изменения метеорологических параметров на ст. Якутск и ст. Санкт-Петербург с 1 июня по 31 августа 2013 г. по данным [24]

В передних частях блокирующих гребней, сопряженных с тыловыми частями высотных макроложбин, холодный арктический воздух проникал южнее 50° с. ш. и способствовал циклогенезу на полярной ветви планетарной высотной фронтальной зоны. Наличие динамических факторов подвижного циклогенеза подтверждают отрицательные аномалии приземного давления, которые в летние месяцы достигали 5 гПа над побережьем Чёрного моря и 6 гПа на юге европейской части России и Восточной Сибири, на территории Кавказа, Средней Азии и в Монголии. Смещение южных циклонов на восток было блокировано мощными гребнями Гавайского антициклона, поэтому значительная часть атмосферных осадков в первую половину лета выпала на юге Сибири, а большую часть лета отмечалась на Дальнем Востоке, что наглядно видно по изменению суточных сумм атмосферных осадков на ст. Иркутск и ст. Благовещенск (рис. 4).

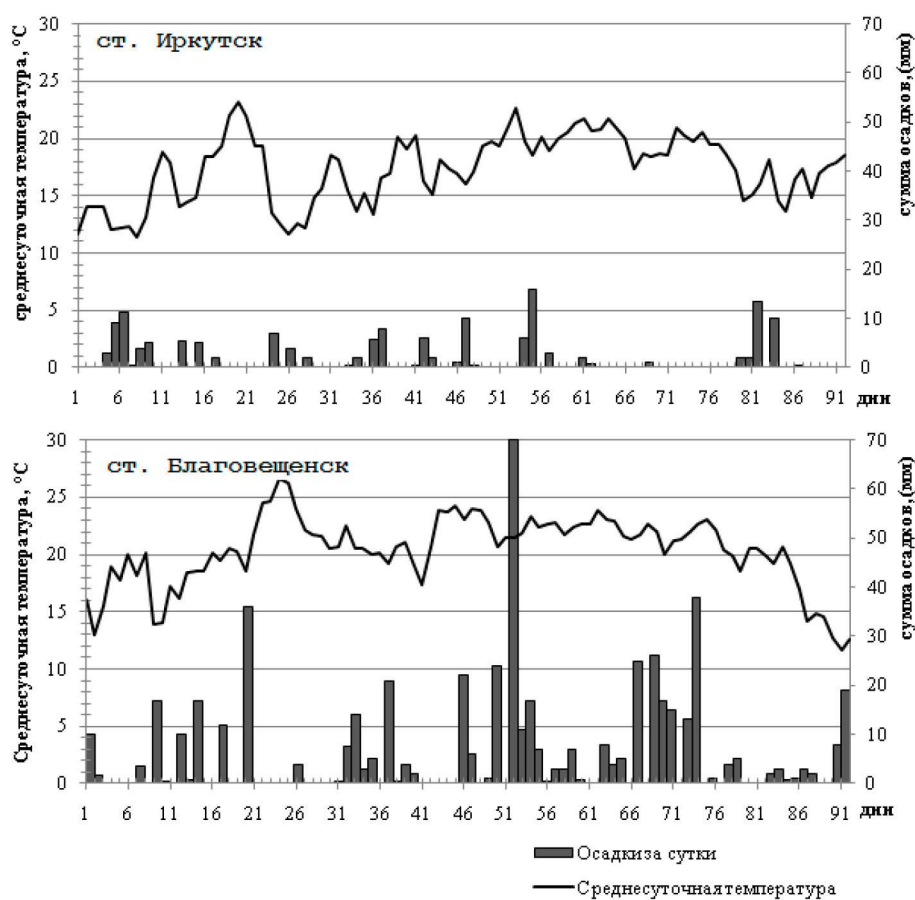


Рис. 4. Графики изменения метеорологических параметров на ст. Иркутск и ст. Благовещенск с 1 июня по 31 августа 2013 г. по данным [24]

Региональные особенности атмосферных процессов на территории России в летний период 2013 г. хорошо выражены в траекториях смещения циклонов и антициклонов у поверхности Земли (рис. 5). В июне-июле 2013 г. активизировались волновые процессы на побережье Черного, Каспийского и Азовского морей, откуда с южными циклонами прохладные влажные воздушные массы распространялись на территорию Европы, Урала и Западной Сибири. В августе 2013 г. значительная площадь европейской территории, Урала, Сибири и Якутии находилась под влиянием адвекции теплого сухого воздуха на западной периферии антициклонов, что способствовало формированию засушливых погодных условий, в том числе на территории Иркутской области. На арктическое и дальневосточное побережье России во все летние месяцы 2013 г. часто выходили глубокие атлантические и южные циклоны, которые сопровождалась аномально высокими показателями месячных сумм атмосферных осадков.

Анализ спутниковой информации [23] показал, что наиболее сильные осадки на Дальнем Востоке были сформированы из скоплений мощной кучево-дождевой облачности, или так называемого мезомасштабного конвективного комплекса, который развивается в слоях большой вертикальной протяженности (рис. 6). Высота верхней границы кучево-дождевой облачности достигала 10–12 км, толщина конвективно-неустойчивого слоя нередко превышала 11 км, а температура на верхней границе облаков изменялась от -50 до -55 °С. По причине проникновения восходящих движений на значительные высоты в системах глубокой конвекции конденсировалось большое количество водяного пара. Дополнительно на территорию Дальневосточного региона осуществлялся вынос теплого и влажного воздуха с юга в тыловой части блокирующих гребней. Выделение скрытой теплоты конденсации способствовало значительному нагреву частиц воздуха, сообщало им дополнительное вертикальное ускорение, т. е. поддерживало развитие конвективной облачности и, как следствие, способствовало выпадению интенсивных осадков, количество которых достигало от 53 до 94 мм за 12 ч и менее.

Наряду с мезомасштабными процессами существенный вклад в увеличение количества летних осадков, приведших к развитию паводковой ситуации на территории Дальнего Востока, внесли крупномасштабным атмосферные процессы, в частности отсеченные циклоны или высотные барические системы низкого давления, которые отсекаются или отделяются от основного потока при процессах блокирования (рис. 7). Как только циклон отсекается, холодный воздух с характеристиками своего полярного источника становится изолированным и имеет высокую потенциальную завихренность. Поэтому отсеченные циклоны способны создать крупномасштабную конвекцию кучевых форм облаков и тем самым способствовать выпадению интенсивных осадков [13].

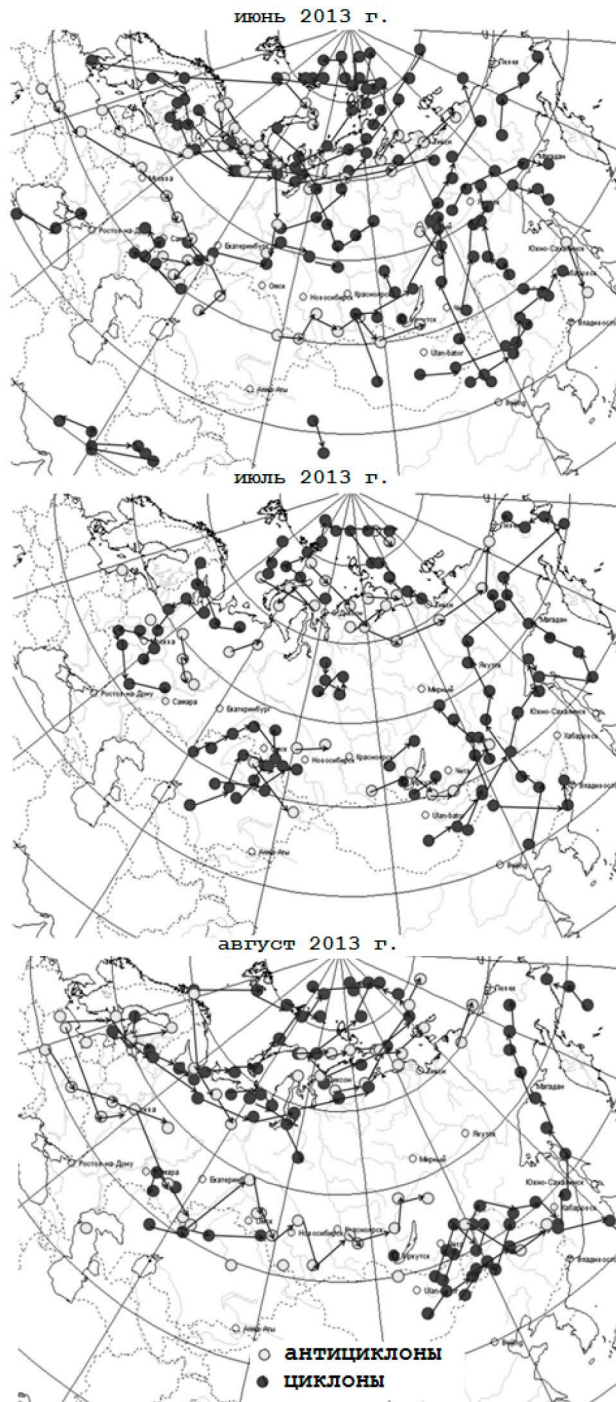


Рис. 5. Траектории смещения циклонов и антициклонов на территории России в летние месяцы 2013 г.

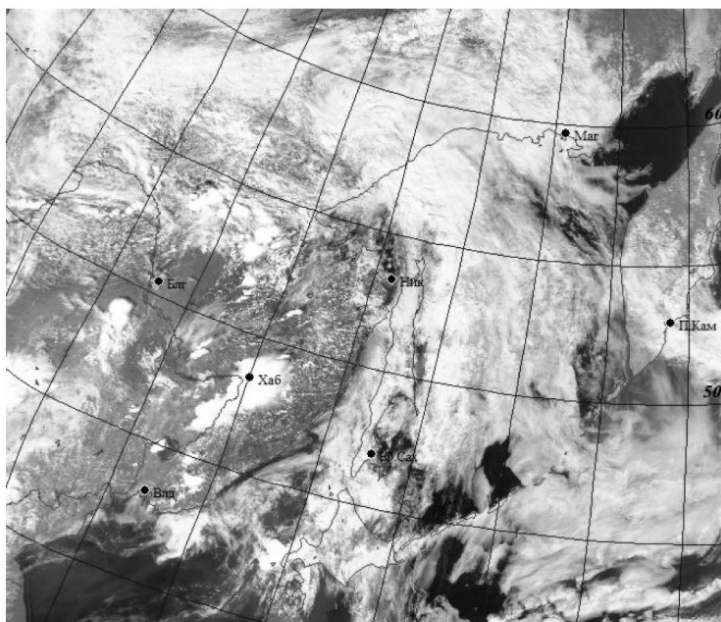


Рис. 6. Мезомасштабные скопления кучево-дождевых облаков на территории Дальнего Востока на снимках облачного покрова серии NOAA 14.08.2013 [23]

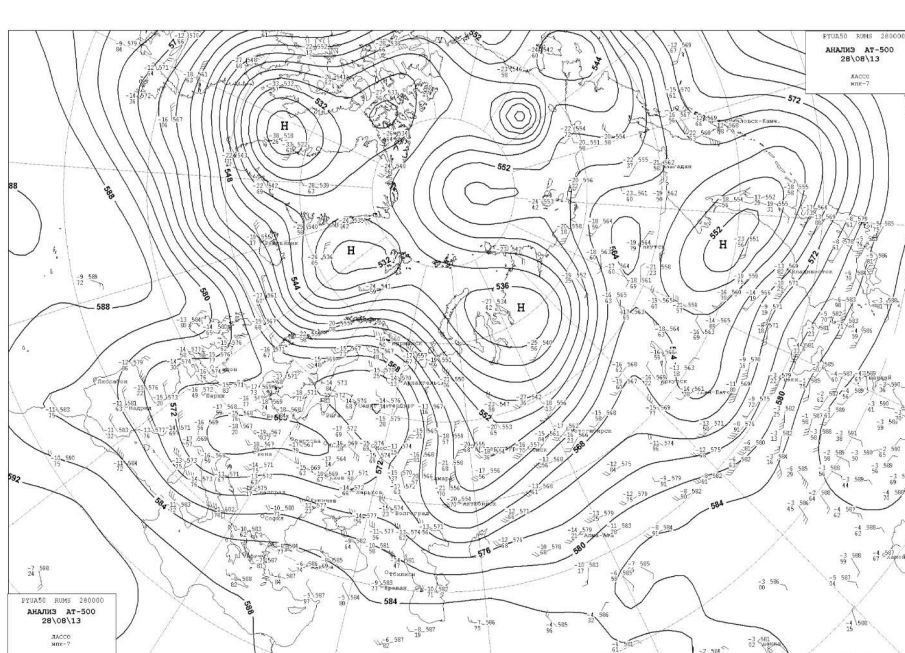


Рис. 7. Отсеченные циклоны на карте АТ-500 гПа в 00 ВСВ 28.08.2013 [24]

Заключение

Циркуляционные особенности летнего периода 2013 г. характеризовались аномальным развитием крупно- и мезомасштабных процессов в различных регионах России на фоне активизации океанических и континентальных центров действия атмосферы Северного полушария. Основное влияние на образование аномальных условий погоды в исследуемый период, на наш взгляд, оказали процессы блокирования. Посредством переноса тропосферного воздуха к полюсу и выгибания тропопаузы вверх блокирующие антициклоны в летние месяцы 2013 г. способствовали как формированию засушливых условий в тыловых частях блокирующих гребней, так и образованию отсеченных циклонов и значительному увеличению сумм осадков, сопровождавшихся в ряде регионов катастрофическими наводнениями и паводками.

Список литературы

1. Анализ изменчивости климата на территории России в последние десятилетия / О. Н. Булыгина, Н. Н. Коршунова, В. Н. Кузнецова, В. Н. Разуваев, Л. Т. Трофименко // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2000. – Вып. 167. – С. 3–15.
2. Груза Г. В. Обнаружение изменений климата: состояния изменчивости и экстремальности климата / Г. В. Груза, Э. Я. Ранькова // Всемирная конференция по изменению климата : тр. конф. Москва, 29 сент. – 3 окт. 2003 г. – М. : Паблик принт, 2004. – С. 101–110.
3. Груза Г. В. Климатический мониторинг процессов блокирования западного переноса в Северном полушарии / Г. В. Груза, Л. В. Коровкина // Метеорология и гидрология. – 1991. – № 8. – С. 1–17.
4. О характере и причинах изменений климата Земли / З. М. Гудкович, В. П. Карлин, В. М. Смоляницкий, И. Е. Фролов // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2009. – № 1 (81). – С. 15–23.
5. Доброумов Б. М. Наводнения на реках России: их формирование и районирование / Б. М. Доброумов, С. М. Тумановская // Метеорология и гидрология. – 2002. – № 12. – С. 70–78.
6. Лесные пожары в Российской Федерации (статистический справочник) / А. Д. Думнов, Ю. И. Максимов, Ю. В. Рошупкина, Н. Г. Рыбальский – М. : НИИ-Природа, 2005. – 229 с.
7. Чувствительность климатической системы к малым внешним воздействиям / Е. М. Дымников, В. Я. Володин, А. В. Галин, А. С. Глазунов, Н. А. Грицун, В. Н. Дианский, В. П. Лыкосов // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 4. – С. 77–91.
8. Катцов В. М. Современные приоритеты фундаментальных исследований климата / В. М. Катцов, В. П. Мелешко // Тр. ГГО им. А. И. Воейкова. – 2008. – Вып. 557. – С. 3–19.
9. Климат России / под ред. Н. В. Кобышевой. – СПб. : Гидрометеиздат, 2001. – 655 с.
10. Лурье П. М. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа / П. М. Лурье. – СПб. : Гидрометеиздат, 2002. – 506 с.
11. Мартазинова В. Ф. Взаимосвязь процессов циркуляции в тропосфере и стратосфере при кратковременных и длительных потеплениях и похолоданиях в

Украине / В. Ф. Мартазинова, В. В. Остапчук // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2004. – Вып. 253. – С. 28–36.

12. МГЭИК, 2007: Изменение климата, 2007 г.: Обобщающий доклад. Вклад рабочих групп I, II и III в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Р. К. Пачаури [др.]. – Женева, 2007. – 104 с.

13. Моханакумар К. Взаимодействие стратосферы и тропосферы / К. Моханакумар ; пер. с англ. Р. Ю. Лукьяновой ; под ред. Г. В. Алексеева. – М. : Физматлитб, 2011. – 452 с.

14. Мохов И. И. Климатические изменения и их оценки с использованием глобальной модели ИФА РАН / И. И. Мохов, А. В. Елиссев, П. Ф. Демченко // ДАН. – 2005. – Т. 402, № 2. – С. 243–247.

15. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь / под ред. А. И. Бедрицкого. – СПб. ; М. : Летний сад, 2008. – Т. 1 (А–И). – 336 с.

16. Шерстюков Б. Г. Парниковый эффект и изменение теплообмена между океаном и атмосферой как факторы современных изменений климата / А. Б. Шерстюков // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2007. – Вып. 173. – С. 3–36.

17. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата / А. Б. Шерстюков – Обнинск : ВНИИГМИ-МЦД, 2008. – 246 с.

18. Шерстюков А. Б. Изменения климата и их последствия в зоне многолетней мерзлоты России / А. Б. Шерстюков – Обнинск : ВНИИГМИ-МЦД, 2009. – С. 127.

19. Шерстюков Б. Г. Климатические условия потенциальной горимости леса в России в XX и XXI веках / Б. Г. Шерстюков, А. Б. Шерстюков // Тр. ВНИИГМИ-МЦД. – 2007. – С. 137–151.

20. Bulygina O. N. Climate variations and changes in climate extreme events in Russia / O. N. Bulygina, V. N. Razuvaev, N. N. Korshunova, N. V. Schvets // Proceedings of the Second European Conference on Applied Climatology, Vienna, Austria, 19–23 October. – 1998. – P. 168.

21. Climate Change 2007: The Physical Science Basis / eds.: S. Solomon, D. Qin, I. M. Manning et al. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 996 p.

22. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.meteoinfo.ru>

23. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.khabmeteo.ru/index.shtml#>

24. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/>

The circulation characteristics of anomalous weather phenomena on the territory of Russia in the summer of 2013

I. V. Latysheva, K. A. Loshchenko, E. V. Shahaeva, G. S. Smetanin

Annotation. The paper discusses the characteristics of the atmospheric circulation processes in Russia in the summer months 2013. Special attention is paid to investigation of synoptic conditions for extended periods with high temperatures which lead to droughts and fires, and heavy rainfall that caused catastrophic floods in the Far East.

Key words: climate, atmospheric circulation, droughts, floods, fires.

Латышева Инна Валентиновна
кандидат географических наук, доцент
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52–10–94

Latysheva Inna Valentinovna
Ph. D. in Geography,
Associate Professor
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 52–10–94

Лощенко Кристина Анатольевна
ведущий инженер
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52–10–94

Loshenko Kristina Anatolovna
Lead Engineer
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 52–10–94

Шахаева Елена Викторовна
аспирант
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52–10–94

Shahaeva Elena Viktorovna
Post-Graduate Student
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 52–10–94

Сметанин Геннадий Сергеевич
студент
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952) 52–10–94

Smetanin Gennady Sergeevich
Student
Irkutsk State University 1, K. Marx
st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952) 52–10–94