ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2009, № 1, с. 73-82

ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И
ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 551.577.38: 632.112(470):551.533.2

СВЯЗЬ ОПАСНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ЗАСУХ В ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ В XX ВЕКЕ С МАКРОЦИРКУЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ

© 2009 г. Е.А. Черепкова, Н. К. Кононова[1]

Институт географии РАН

Поступила в редакцию 31.07.2007 г.

По ежедневным данным 44 метеостанций, расположенных на юге и юго-востоке Европейской России, за период 1936-2000 гг. определено и проанализировано пространственное и временное распределение очагов опасной атмосферной засухи. Для всех случаев исследован вклад в формирование засухи элементарных циркуляционных механизмов по типизации Б.Л. Дзердзеевского. Рассмотрено влияние последовательной смены макроциркуляционных процессов на развитие всех выявленных опасных атмосферных засух. Определены синоптические ситуации формирования засух.

Введение. Известно множество различных определений засух, критериев для их индексации и оценок степени интенсивности. В последнее десятилетие распространение и динамика засух по разным критериям исследованы многими авторами [10,11,21, 24]. Опасная атмосферная засуха (ОАЗ) относится к категории опасных природных явлений, создающих предпосылки для возникновения чрезвычайных ситуаций для народного хозяйства и населения. Согласно критерию, рекомендованному Гидрометцентром Росгидромета, опасная атмосферная засуха возникает в вегетационный период года при отсутствии эффективных осадков (более 5 мм/сут) за период не менее 30 дней подряд и среднесуточной температуре воздуха выше 25°С [3]. На территории Европейской России такой тип засухи встречается в основном на юге и юго-востоке. В связи с активизацией потепления в последней трети XX века, в частности в южной и юго-восточной части России, возросла актуальность проблемы увеличения повторяемости и области распространения О А3.

Изучение связи возникновения засушливых периодов и их повторяемости с циркуляцией атмосферы ведется давно [2, 18, 19, 25]. В статье [9] для выявления предикторов засухи среди различных типов макроциркуляционных процессов строились системы линейных уравнений и оценивалась вероятность засухи и ее отсутствия на Европейской территории СССР.

Цель настоящей работы - проанализировать циркуляционные условия в годы, когда наблюдалась опасная атмосферная засуха (до наступления ОАЗ и во время ОАЗ), а также выявить связь опасных атмосферных засух с элементарными циркуляционными механизмами (ЭЦМ) северного полушария в типизации Б.Л. Дзердзеевского, В.М. Курганской и З.М. Витвицкой [6].

Работа выполнена при прддержке гранта РФФИ № 005-05-64354.

Данные и методы. Для исследования был использован архив срочных наблюденных данных значений температур воздуха [28] и суточных сумм осадков [29] метеостанций за период 1936-2000 гг. Случаи возникновения опасной атмосферной засухи в этот период идентифицировались по данным 44 метеостанций, находящихся на территории России и сопредельных государств. Территория определения ОАЗ была ограничена с севера 55° с.ш., с юга - государственной границей России, с запада и востока - Черным и Каспийским морями и государственной границей.

Для выявления связи опасных атмосферных засух с макроциркуляционными процессами была использована типизация циркуляции атмосферы северного полушария, разработанная Б.Л. Дзердзеевским, В.М. Курганской и З.М. Витвицкой. Типизация насчитывает 41 элементарный циркуляционный механизм (ЭЦМ). ЭЦМ различаются местоположением областей высокого и низкого давления на северном полушарии и траекториями перемещения барических образований, которые представлены на динамических схемах. Наличие динамических схем, а также карт среднего приземного давления и карт барической топографии для всех ЭЦМ [5, 23] дает возможность оценить характер циркуляции атмосферы над конкретным регионом северного полушария при каждом ЭЦМ. ЭЦМ объединены в четыре группы циркуляции для полушария: зональную (с антициклоном на полюсе, без блокирующих процессов, с одним - тремя выходами южных циклонов в разных секторах полушария); нарушения зональности (с одним блокирующим процессом); меридиональную северную (с двумя-четырьмя блокирующими процессами и столькими же выходами южных циклонов) и меридиональную южную (с цикло-

Таблица 1. Распределение ЭЦМ, встречавшихся во время засух, по группам циркуляции для юга Европейской России

Группы циркуляции и описание синоптической ситуации в исследуемом регионе			
широтная западная	долготная северная	долготная южная	стационарное положение
2а, 2в, 6, 7ал, 7бл	46, 4в, 8бл, 8гл, 8гз, 10а, 106, 12а, 12бл, 12вл	26, 8вл	3,8а, 9а, 13л
Отрог азорского антициклона распространяется на регион	Арктические антициклоны распространяются на регион либо через Европейскую территорию (ЭЦМ 46,4в, 10а, 106), либо через западную Сибирь (ЭЦМ 8бл, 8гз, 8гл, 12а, 12бл, 12вл)	На юг Европейской территории России выходят средиземноморские циклоны	Над регионом устанавливается антициклоническая циркуляция

ном на полюсе, без блокирующих процессов и тремя-четырьмя выходами южных циклонов). Подробное описание ЭЦМ с приведением динамических схем и графиков внутригодового изменения повторяемости и многолетнего хода продолжительности представлено на сайте www.atmospheric-circulation.ru. Там же размещен Календарь последовательной смены ЭЦМ по 2006 г.

Известна группировка ЭЦМ для шести секторов северного полушария, проведенная Б.Л. Дзердзеевским [5] по траекториям циклонов и антициклонов в каждом секторе: атлантическом, европейском, сибирском, дальневосточном, тихоокеанском и американском. Европейский сектор ограничен долготами 0° и 60° в.д. Нас же интересует район с координатами 42-52° с.ш. и 38-56° в.д., поэтому авторы выделили для этого региона следующие группы циркуляции по генезису циклонов и антициклонов, пришедших в исследуемый регион: широтную западную (распространение гребня азорского антициклона), долготную северную (арктические антициклоны), долготную южную (выход южного циклона) и стационарное положение (стационирование антициклона в рассматриваемом регионе). Тогда типы следующим образом распределяются по названным группам (табл. 1).

Карты-схемы пространственного распределения опасных атмосферных засух на территории исследования были построены с помощью программного пакета Maplnfo.

История вопроса. Анализ связи засушливых периодов в зерновой зоне "северного полушария с макроциркуляционными процессами в типизации Б.Л. Дзердзеевского, В.М. Курганской и З.М. Витвицкой впервые провела В.М. Курганская [19]. По картам аномалий температуры воздуха и атмосферных осадков ею было выделено 8 лет с атмосферной засухой, охватившей большие территории зерновой зоны северного полушария. Анализ продолжительности и повторяемости ЭЦМ в эти годы за период апрель - июнь позволил выделить ЭЦМ, способствующие засухе. Это макропроцессы, характеризующиеся вторжением арктического воздуха в умеренные широты, преимущественно на континенты, и способствующие образованию устойчивых областей повышенного давления над Европой, Западной Сибирью и восточной половиной Северной Америки.

В зависимости от направления смещения основных центров действия атмосферы В.М. Курганская выделяет три группы макропроцессов, обусловливающих развитие обширных засух в зерновой зоне северного полушария. Общими для всех трех групп являются интенсивное развитие и смещение к северу субтропической области высокого давления над Атлантическим океаном, а также распространение ее отрогов далеко к востоку, вплоть до Уральских гор, и к западу, на Мексиканский залив, бассейн р. Миссисипи и равнинные области США.

В той же работе В.М. Курганской проведен анализ циркуляционных особенностей восьми лет с достаточным увлажнением и показано, что влажные вегетационные периоды существенно отличаются от сухих по характеру макроциркуляционных процессов.

Рассматривая развитие циркуляционных процессов северного полушария в месяцы, предшествующие вегетационному периоду, В.М. Курганская отмечает определенную связь между циркуляционными процессами зимы, весны и лета и различный их характер в засушливые и незасушливые годы, проявляющийся в положении основных центров действия атмосферы, их интенсивности и миграции от зимы к весне. Например, в зимние месяцы перед засушливой весной отмечаются ослабление сибирского антициклона и смещение его центра в более низкие широты, а в зимы перед влажными веснами сибирский антициклон хорошо развит и отрог его распространяется далеко на запад.

Повторяемость засух в различные циркуляционные эпохи. Характеристика, данная В.М. Курганской засушливым вегетационным периодам и

предшествующим им сезонам, достаточно хорошо согласуется с характеристикой зональной циркуляционной эпохи северного полушария [5; 17]. Действительно, для зональной эпохи в целом характерны смещение к северу субтропических антициклонов и распространение отрога Азорского антициклона на зерновые районы Европы и даже Западной Сибири. Это влечет за собой смещение к северу центра исландской депрессии и соответственно путей атлантических циклонов, а все вместе взятое способствует развитию засух в зерновых районах России. Известно, что максимум зональной эпохи совпадает с периодом потепления Арктики (30-е годы XX века). В работах О.А. Дроздова и А.С. Григорьевой [7, 8] отмечено, что в это время количество засух, охватывающих обширные области в зонах недостаточного увлажнения на территории СССР и Северной Америки, значительно увеличилось по сравнению с предыдущим и последующим десятилетиями. М.И. Будыко [1] приводит данные о падении в эти годы уровня Каспийского моря на 170 см из-за уменьшения количества осадков в бассейне Волги. Он отмечает, что в этот период из-за уменьшения количества осадков ухудшились условия сельскохозяйственного производства на значительной части территории Евразии и Северной Америки. Заметим, что в зональную эпоху сибирский антициклон и его отроги менее интенсивно развиты, чем в меридиональную, и смещены относительно их среднего положения [15], что, согласно В.М. Курганской, часто предшествует засухам в зерновой зоне северного полушария.

Для получения количественных оценок повторяемости засух по циркуляционным эпохам [16] использовались сводные каталоги засух: разработанный специально для зерновой зоны Северного полушария каталог Ю.Л. Раунера [22] и созданный для сельскохозяйственных районов СССР каталог ВНИИГМИ-МЦД под редакцией А.И. Неушкина [14].

Обсуждение результатов. На основе данных наблюдений установлено, что за период 1936—2000 гг. 12 лет были с опасными атмосферными засухами. За эти годы О А3 наблюдалась на 13 из 44 рассмотренных метеостанций. Анализ данных наблюдений показал, что в момент возникновения ОАЗ на какой-либо станции, на метеостанциях в других близлежащих административных областях России также фиксировалась засуха. Однако она "не дотягивала" до критерия опасной атмосферной засухи. Чаще всего это происходило из-за однодневного понижения температуры воздуха на 1-2° в связи с выпавшими неэффективными осадками. В пределах некоторых рассмотренных административных областей России метеорологическая сеть предоставляет данные наблюдений только одной - двух метеостанций, поэтому для таких областей мы считали, что если ОАЗ наблюдается на метеостанции, то чаще всего ОАЗ наблюдается и в пределах всей административной области России, где эта станция находится. На рис. 1 видно, что метеостанции с выявленными ОАЗ расположены на территории Астраханской, юга Волгоградской областей, республики Калмыкии, Северной Осетии, Чечни, Ингушетии и Дагестана, северо-востока Ставропольского края, а также на Черноморском побережье Кавказа в районе Туапсе. Относительно небольшая площадь района наблюдения засухи связана со строгим критерием для определения ОАЗ. Формирование опасной атмосферной засухи в рассмотренный период в основном приходится на июль, реже - на июнь. С составленным каталогом ОАЗ различной интенсивности можно ознакомиться в статье [26]. Каждый из выявленных за рассмотренный период очагов засухи охватывает одновременно от одной до шести метеостанций (табл. 2). Вместе с тем на каждой из 13 метеостанций в период с 1936 по 2000 гг. наблюдалось от 1 до 5 лет с ОАЗ. В статье [26] отмечается, что в период 1961-1990 гг. по сравнению с 1936-1960 гг. частота опасной атмосферной засухи уменьшилась во всей области, где в это время наблюдалась ОАЗ.

Для каждого года из 12 лет с опасной атмосферной засухой в табл. 2 приведены названия областей и метеорологических станций с засухой, а также вклад (в днях и процентах от общей продолжительности) в формирование ОАЗ каждой из четырех групп циркуляции северного полушария и групп, выделенных для рассматриваемого региона (табл. 1).

На протяжении периода 1936-2000 гг. опасные атмосферные засухи чаще всего фиксировались на метеостанциях в северном и западном Прикаспии: пять случаев ОАЗ на метеостанциях Досанг, Астрахань и Махачкала, четыре засухи отмечалось в Верхнем Баскунчаке, три - в Гудермесе и на территории Калмыкии - два случая в Элисте.

Установлено, что из 12 выявленных лет с опасной атмосферной засухой на зональную эпоху приходится семь. При этом исследуемый период начинается с середины зональной эпохи (ее начало в 1916 г.), т.е. в расчет принимается только вторая половина эпохи (1936-1956 гг.). От меридиональной южной эпохи попадают 44 года: с 1957 по 2000 г. Повторяемость ОАЗ в % от длительности эпохи в рассматриваемом регионе оказывается в последнее двадцатилетие зональной эпохи 33.3%, а в меридиональной южной - 11.4%. Таким образом, меридиональная южная эпоха менее засушливая, чем зональная эпоха. В работе [12] выделены приблизительно те же временные интервалы изменения увлажнения: авторы ука-



Рис. 1. Метеостанции юга и юго-востока Европейской России в 1936-2000 гг.

зывают, что увлажнение большей части ЕТР возросло в период 1961-1990 гг. по сравнению с периодом 1936-1960 гг. В работе [20] также отмечено падение засушливости в Южной Европе в последние несколько десятилетий XX века. В этой же работе сказано, что такие крупные аномалии, как засухи, подготавливаются ходом циркуляционных условий в предшествующие сезоны и являются следствием возмущений планетарного масштаба, что вполне согласуется с положениями, высказанными В.М. Курганской. Выше отмечено, что В.М. Курганская [19] на материале первой половины XX века выявила закономерности развития атмосферных процессов в зимний и весенний сезоны, предшествующие засухе. Источником засух называются те же процессы блокирования [27], отмеченные еще в начале 50-х В.М. Курганской [19] и Б.Л. Дзердзеевским [4], которые влекут за собой стационирование антициклона. Это приводит к дивергенции влаги, размыванию облачности, возрастанию продолжительности солнечного сияния и притока коротковолновой радиации, создавая условия для увеличения испарения и уменьшения вероятности выпадения осадков.

На проанализированном нами материале установлены общие черты и различия предшествующих засухе сезонов в зональную и меридиональную южную циркуляционные эпохи. Во всех случаях выявленной ОАЗ общим оказывается смещение в зимний сезон к югу сибирского антициклона и более низкое, по сравнению со средним, давление в его центре, а также почти полное отсутствие его западного отрога. Весной же под воздействием арктических вторжений на ЕТР и влиянием азорского антициклона антициклонический режим над рассматриваемым регионом устанавливается рано. Различия заключаются в том, что в меридиональную южную циркуляционную эпоху зимний сибирский антициклон не только смещается к югу и ослабевает, но порой при развитии зимой весенних атмосферных процессов просто перестает существовать. Весной же после неустойчивой зимы быстрее, чем в зональную эпоху, происходит переход к летним атмосферным процессам с формированием над рассматриваемым регионом антициклонического режима.

Рассмотрим циркуляционные механизмы формирования засух. Как видно из табл. 2, в зональную циркуляционную эпоху ОАЗ формировались

Таблица 2. Характеристики циркуляционных процессов в период возникновения опасной атмосферной засухи в период 1936-2000 гг. Группы циркуляции для северного полушария: "з" - зональная, "нз" - нарушение зональности, "мс" - меридиональная северная, "мю" - меридиональная южная. Группы циркуляции юга Европейской России: "шз" - широтная западная, "дс" - долготная северная, "дю" - долготная южная, "сп" - стационарное положение

Год, область	Метеостанции	Груп-	Максимальна? [продолжительность ОАЗ							
		па	з	нз	мс	мю	шз	дс	дю	сп
1936 г.:	Досанг, Элиста, Арзгир	Дни	4	24	Нет	6	9	13	2	10
Астраханская, Калмыкия, Ставропольский край		%	11	69	Нет	17	26	37	6	29
1937 г.:	Махачкала	Дни	15	11	3	Нет	9	11	6	3
Дагестан		%	50	37	10	Нет	30	37	20	10
1938 г.:	Туапсе	Дни	15	15	6	Нет	15	19	0	2
Краснодарский край		%	40	40	16	Нет	40	51	0	5
1940 г.:	Астрахань, Досанг, Верхний	Дни	15	9	14	5	10	15	6	12
Астраханская, Северная Осетия, Чечня, Дагестан	Баскунчак, Моздок, Гудермес, Махачкала	%	33	20	31	11	22	33	13	27
1952 г.:	Астрахань	Дни	5	13	12	Нет	4	9	5	12
Астраханская		%	17	43	40	Нет	13	30	17	40
1954 г.:	Верхний Баскунчак, Досанг,	Дни	14	12	13	3	11	13	8	10
Астраханская, Волгоградская, Калмыкия, Ставропольский край	Элиста, Котельниково, Малые Дербеты, Дивное	%	33	29	31	7	26	31	19	24
1955 г.:	Астрахань	Дни	9	13	Нет	8	19	0	0	11
Астраханская		%	30	43	Нет	27	63	0	0	37
1966 г.:	Верхний Баскунчак, Досанг,	Дни	Нет	8	38	3	2	26	2	19
Астраханская, Дагестан	Махачкала	%	Нет	16	78	6	4	53	4	39
1972 г.:	Астрахань, Верхний Баскун-	Дни	1	14	14	8	1	23	0	13
Астраханская	чак	%	3	37	37	21	3	60	0	34
1987 г.:	Гудермес, Махачкала	Дни	4	9	4	14	5	4	4	18
Чечня, Дагестан		%	13	29	13	45	16	13	13	58
1998 г.:	Досанг, Буденновск	Дни	Нет	1	11	18	1	6	3	20
Астраханская, Ставропольский край		%	Нет	3	37	60	3	20	10	67
2000 г.:	Астрахань, Досанг, Моздок,	Дни	Нет	2	21	24	0	14	4	29
Астраханская, Северная Осетия, Чечня, Дагестан	Гудермес, Махачкала	%	Нет	4	45	51	0	30	9	62

преимущественно при зональной группе циркуляции и при группе нарушения зональности для полушария, а в меридиональную южную - при меридиональных северных и южных процессах. По группам циркуляции для рассматриваемого региона в зональной эпохе засухи чаще возникали при широтной западной (распространение отрога азорского антициклона) и долготной северной (блокирующий процесс над Европейской частью России) группах циркуляции, а в меридиональную южную - при стационарном положении (стацио-нировании антициклона над югом России).

Как отмечено выше, засухи на юге ЕТР формируются либо в сухом арктическом воздухе, пришедшем с арктическими антициклонами, либо в континентальном воздухе, прогретом в отроге азорского антициклона. После окончания этих процессов на юге ЕТР остаются самостоятельные ядра высокого давления, в которых продолжаются дальнейшее прогревание воздуха и его иссушение. В разные циркуляционные эпохи эти три процесса сочетаются между собой в разной пропорции.

Рассмотрим генезис и развитие каждой выявленной ОАЗ.

Зональная циркуляционная эпоха. ОАЗ 1936 г. началась с ЭЦМ 4в, при котором 3 июля арктический антициклон вторгся на Урал и, перемещаясь к югу, на третий день захватил Нижнее Поволжье

и восточную часть Северного Кавказа. Начало О А3 в Арзгире зафиксировано 5 июля, в Элисте и Дивном - 10 июля. Подпитка антициклона на юге ЕТР сухим арктическим воздухом при ЭЦМ 4в и его прогревание продолжались 12 сут. После разрушения блокировки над югом ЕТР осталось ядро повышенного давления, продолжавшее в течение 4 сут существовать самостоятельно и способствовать дальнейшему иссушению и прогреванию воздуха, т.е. развитию засухи при ЭЦМ 3. В дальнейшем при ЭЦМ 6 произошло объединение этого ядра с восточным отрогом азорского антициклона, что содействовало поступлению сухого и жаркого субтропического воздуха. Затем над ЕТР при ЭЦМ 46 сформировался блокирующий процесс, соединенный с отрогом азорского антициклона, что привело к вторжению в рассматриваемый регион новых масс сухого арктического воздуха. В оставшемся после этого процесса самостоятельном ядре происходило его дальнейшее прогревание и иссушение в течение 6 дней при ЭЦМ 13л, затем новое соединение с отрогом азорского антициклона на 6 дней при ЭЦМ 6 и 2в. И только после прихода южного циклона при ЭЦМ 26 засуха, длившаяся на метеостанции Арзгир 35 сут, а на станциях Элиста и Дивное 30 сут, перестала соответствовать критерию О А3.

О А3 1937 г. началась 24 июля при ЭЦМ 3, длилась 30 сут и проявилась только на метеостанции Махачкала. Антициклон в районе Прикаспия сформировался в сухом арктическом воздухе, поступившем в этот район при отмечавшемся перед этим ЭЦМ 46. Развитие засухи шло при указанных в табл. 2 ЭЦМ. Особенностью явилось то, что, благодаря географическому положению Махачкалы, южный циклон при ЭЦМ 26 прошел западнее и не отразился на погоде в этом районе.

О А3 1938 г. началась 30 июня 1938 г., длилась 37 сут и проявилась только в районе Туапсе. Это единственная О А3, проявившаяся в этом районе. Особенностью этой засухи является то, что она развивалась преимущественно при долготных северных процессах (ЭЦМ 46, 4в, 8гл,10а) в сухом арктическом воздухе, прогретом над континентом. В перерывах между северными вторжениями при ЭЦМ 3 засуха продолжала развиваться в самостоятельном антициклоне, а при ЭЦМ 2в - в восточном отроге азорского антициклона.

О А3 1940 г. началась 6 июля в отроге азорского антициклона при ЭЦМ 7бл на метеостанции Астрахань и длилась 45 сут, охватив в общей сложности шесть метеостанций: Астрахань, Дозанг, Верхний Баскунчак, Моздок, Гудермес, Махачкала. Засуха развивалась в основном в сухом субтропическом воздухе в отроге азорского антициклона, иногда пополняемого арктическими массами при долготных северных ЭЦМ. При ЭЦМ 12бл регион оказался под воздействием антициклона, сформировавшегося в Предуралье и в Поволжье в результате блокирующего процесса, направленного на Западную Сибирь.

О А3 1952 г. началась 14 июля при ЭЦМ 8а в западном отроге антициклона, сформировавшегося над южными районами Западной Сибири, Южным Уралом и Поволжьем, проявилась только в Астрахани и длилась 30 сут. Она развивалась и в самостоятельном ядре повышенного давления (ЭЦМ 3, 9а), и в восточном гребне азорского антициклона, и при поступлении арктического воздуха в этот район (ЭЦМ 46, 106).

О А3 1954 г. началась 11 июня при ЭЦМ 12бл (блокирующий процесс над Западной Сибирью, Уралом и Поволжьем) на метеостанциях Верхний Баскунчак и Малые Дербеты, охватила впоследствии шесть станций (еще Котельниково, Досанг, Дивное, Элиста) и длилась 42 сут. Из этого периода в течение 13 сут развивались блокирующие процессы, приносящие сухой арктический воздух, прогретый над континентом, 17 сут район засухи находился в гребне азорского антициклона и 12 сут над этой территорией господствовало самостоятельное ядро повышенного давления, т.е. преобладало влияние азорского антициклона.

О А3 1955 г. началась 15 июля с ЭЦМ 2в, длилась 30 сут и проявилась только в Астрахани. В течение 19 сут район засухи был связан с азорским антициклоном, all сут находился в самостоятельной области повышенного давления.

Меридиональная южная циркуляционная эпоха. Период увеличения продолжительности меридиональных северных процессов на северном полушарии (1957-1969 гг.).

О А3 1966 г. началась 8 июля при ЭЦМ 12а в период блокирующего процесса над Сибирью, Уралом и Поволжьем на станциях Верхний Баскунчак и Дозанг, проявившись позднее и в Махачкале. Засуха длилась 49 дней. Основными в формировании засухи оказались меридиональные северные процессы для полушария в целом (38 сут, 77.6%), что закономерно в этом циркуляционном периоде. Если же рассматривать группы типов, выделенные для заданного региона, то 26 сут (53%) приходится на долготные северные ЭЦМ, при которых арктический воздух поступает в этот регион в арктических антициклонах, 19 сут (39%) - на формирование ядра повышенного давления непосредственно над регионом, 2 сут (4%) -на включение региона в область влияния азорского антициклона и столько же - на выход циклона со Средиземного моря, что не привело к ослаблению засухи. Видимо, циклон прошел западнее.

Период увеличения продолжительности зональных процессов на полушарии (1970-1980 гг.).

О А3 1972 г. началась 17 июня при ЭЦМ 3 (формирование самостоятельного антициклона на территории региона) в Астрахани, 23 июня

охватила также Верхний Баскунчак и продлилась 38 сут. С менее жесткими критериями засуха этим летом отмечена на всей европейской территории России [13]. В формировании засухи одинаково участвовали ЭЦМ нарушения зональности и меридиональные северные для северного полушария в целом (по 14 сут, 36.2%). По группам циркуляции для рассматриваемого региона ЭЦМ разделились следующим образом: долготные северные - 23 сут (62%), стационарное положение - 13 сут (35%), связь с азорским антициклоном всего 1 день. Другими словами, в это лето засуха формировалась в сухом арктическом воздухе, поступившем в арктических антициклонах и прогреваемом над континентом. Ранее такой генезис засухи отмечался в 1938 г. на станции Туапсе.

Период быстрого роста меридиональных южных процессов на полушарии (1981-1997 гг.).

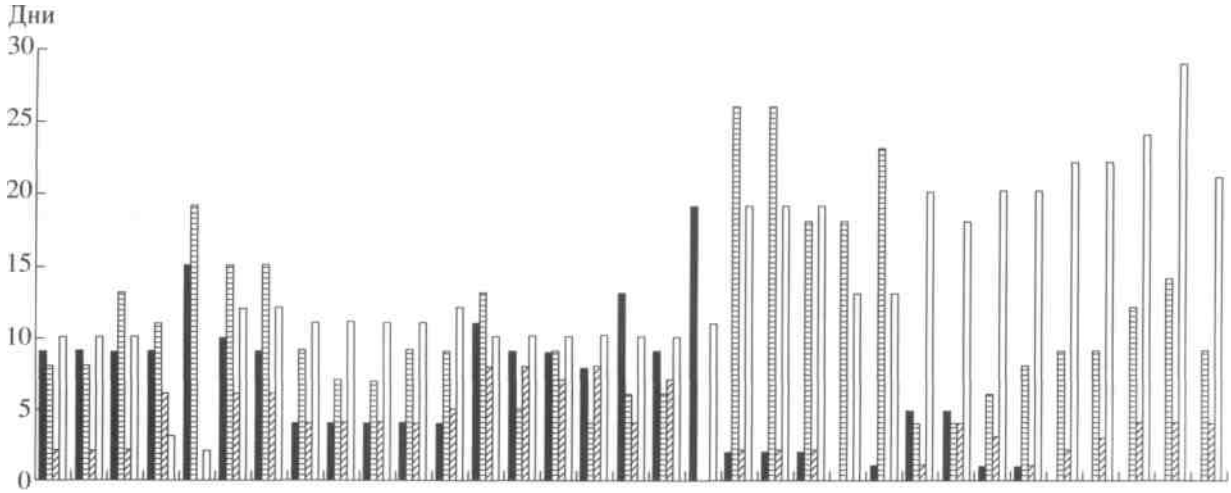
ОАЗ 1987 г. началась 13 июля с ЭЦМ 13л (стационирование антициклона над районом исследования), охватила метеостанции Гудермес и Махачкала и длилась 31 сут. Заметим, что это первая засуха, распространившаяся на станцию Гудермес. Эта засуха формировалась при повышенном влиянии ЭЦМ 13л (меридиональная южная циркуляция на полушарии). Над регионом при этом ЭЦМ формируется самостоятельный антициклон, способствующий дивергенции влаги и повышению температуры воздуха. Соотношение групп типов для региона оказалось следующим: стационирование самостоятельного антициклона над рассматриваемым районом - 20 сут, 61%, поступление арктического воздуха на территорию исследования при формировании блокирующего процесса - 4 сут, 12%, связь с азорским антициклоном - 5 сут, 15%, и последние 4 сут засухи (12%) - выход на рассматриваемый район южного циклона и прекращение ОАЗ. Таким же было окончание засухи 1936 г.

Период уменьшения продолжительности меридиональных южных процессов и роста меридиональных северных (1998 г. - по настоящее время).

ОАЗ 1998 г. началась 9 июля, продолжалась в общей сложности 33 дня и охватила метеостанции Досанг и Буденновск, который впервые за рассматриваемый период попал под воздействие опасной атмосферной засухи. Засуха началась с ЭЦМ 13л в самостоятельном ядре повышенного давления, которое сформировалось в арктическом воздухе после блокирующего процесса 27-29 июня (ЭЦМ 12а). Как и в предыдущем случае, наиболее частым процессом в формировании засухи явилось стационирование антициклона над исследуемым регионом (20 сут, 61%). Этот процесс поддерживался вторжениями арктического воздуха, прогретого над континентом (9 сут, 27%). Связь с азорским антициклоном продолжалась всего 1 день. Выход южного циклона при ЭЦМ 8вл (3 дня) не принес осадков и не снизил температуру в регионе.

ОАЗ 2000 г. началась 9 июля при ЭЦМ 13л в области повышенного давления, сформировавшейся над регионом после блокирующего процесса 28-30 июня при ЭЦМ 8а. Засуха длилась 47 сут и закончилась вторжением в регион холодного арктического воздуха при ЭЦМ 8гз. Засуха зафиксирована на пяти метеостанциях: Досанг, Астрахань, Моздок, Гудермес, Махачкала и отличается от района засухи 1940 г. лишь тем, что эта засуха не затронула станцию Верхний Баскунчак. Как и в формировании предыдущих засух, решающим процессом явилось стационирование антициклона над рассматриваемым регионом (29 сут, 62%). Этот антициклон подпитывался арктическими вторжениями (14 сут, 30%). Влияния азорского антициклона не было. Выход южного циклона при ЭЦМ 8вл не повлиял на ситуацию.

Изменения циркуляционной структуры ОАЗ от зональной эпохи к меридиональной южной и в различные периоды меридиональной южной эпохи видны на рис. 2. В зональной эпохе вклад разных групп циркуляции в формирование ОАЗ был соизмерим между собой. Исключение составляет последняя засуха зональной эпохи - 1955 г. В ее формировании участвовали только две группы: широтная западная и стационарное положение. С началом меридиональной южной циркуляционной эпохи резко возросла роль отдельных групп в формировании ОАЗ. Так, в период роста продолжительности меридиональных северных процессов на полушарии (ОАЗ 1966 г.) и увеличения зональных (ОАЗ 1972 г.) засухи формировались преимущественно под воздействием долготной северной группы циркуляции для рассматриваемого региона, в которую входят и ЭЦМ группы нарушения зональности для полушария. Затем преобладающей стала группа стационарного положения при постепенно возрастающей продолжительности долготной северной группы. Стационарное положение над рассматриваемым регионом в последние три десятилетия формируется преимущественно при ЭЦМ 13л (циклоническая циркуляция на полюсе, выход южных циклонов в четырех секторах полушария), который характеризуется наибольшей неустойчивостью атмосферной циркуляции. Именно при этом ЭЦМ наряду с формированием ядра повышенного давления над Поволжьем и Северным Кавказом, отмечается выход средиземноморского циклона на Черноморское побережье Кавказа с дальнейшим его продвижением на ЕТР. Граница между зонами влияния циклона и антициклона смещается в зависимости от их интенсивности, поэтому погода на юге России неустойчива. Это одна из причин уменьшения повторяемости ОАЗ после 1972 г.: с 1973 по 2000 г. отмечалось только три ОАЗ.



■ широтная западная а долготная северная и долготная южная □ стационарное положение

Рис. 2 Циркуляционная структура О А3 в период 1936-2000 гг.

За исследуемый период можно выделить опасные атмосферные засухи, проявившиеся на обширной территории: две (1940 и 1954 гг.), зарегистрированные в четырех областях России и одна (1936 г.), охватившая три области, приходятся на зональную эпоху, а одна (2000 г.), отмечавшаяся в четырех областях, три (1966, 1987 и 1998 гг.), наблюденные в трех областях, и одна (1972 г.), зафиксированная в Астраханской области, - на меридиональную южную эпоху. Несмотря на то, что на меридиональную южную эпоху приходится меньше ОАЗ, чем на зональную, все они охватывают достаточно большую территорию. Это происходит вследствие того, что в меридиональную южную эпоху преобладает процесс формирования ядра высокого давления над рассматриваемым регионом.

Заключение. Установлено, что в период 1936—2000 гг. опасной атмосферной засухе были подвержены территории Астраханской, юга Волгоградской областей, республики Калмыкии, Северной Осетии, Чечни, Ингушетии и Дагестана, северовостока Ставропольского края, а также Черноморского побережья Кавказа в районе Туапсе.

В формировании ОАЗ выделяются общие черты и то, что разделяет их по циркуляционным эпохам. Общее состоит в том, что ОАЗ формируются в антициклоническом режиме. В зональную циркуляционную эпоху этот режим поддерживается либо постоянными арктическими вторжениями на ЕТР, либо распространением на эту территорию восточного отрога азорского антициклона. В меридиональную южную циркуляционную эпоху ОАЗ большую часть времени развивается в самостоятельном ядре повышенного давления.

В характере сезонов, предшествующих засухе, также есть общие черты и различия. Общим оказывается смещение к югу зимой сибирского антициклона, более низкое, по сравнению со средним, давление в его центре и почти полное отсутствие его западного отрога. Для незасушливых лет характерен мощный сибирский антициклон и хорошо развитый его западный отрог. Весной под воздействием арктических вторжений на ЕТР и влиянием азорского антициклона антициклонический режим над рассматриваемым регионом устанавливается рано. Различия заключаются в том, что в меридиональную южную циркуляционную эпоху зимний сибирский антициклон не только смещается к югу и ослабевает, но порой при развитии зимой весенних атмосферных процессов просто перестает существовать. Весной же после неустойчивой зимы быстрее, чем в зональную эпоху, происходит переход к летним атмосферным процессам с формированием над рассматриваемым регионом антициклонического режима.

Таким образом, изменение характера циркуляции в течение 1936-2000 гг. оказало большое влияние на формирование ОАЗ в Нижнем Поволжье и на Северном Кавказе.

Относительное количество опасных атмосферных засух в меридиональной южной циркуляционной эпохе сократилось в сравнении с зональной в 3 раза: с 33.3 до 11.4%.

В отличие от зональной эпохи все ОАЗ меридиональной южной эпохи распространяются на обширную территорию.

Изменение характера циркуляции отразилось на генезисе засух. Если в зональную циркуляционную эпоху ОАЗ формировались в основном

под влиянием арктических вторжений и азорско-го антициклона, то в меридиональную южную решающим фактором стало стационирование антициклона над рассматриваемым регионом.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 05-05-64354 и 07-05-00593).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Будыко М.И.* Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 350 с.
2. *Глух И.С.* Циркуляционные условия, подготавливающие развитие засушливых и влажных вегетационных периодов. Гидроклиматический режим лесостепной и степной зон СССР в засушливые и влажные годы. М.: Изд-во СССР, 1960. С. 102-111.
3. *Гречиха А.П.* Определение опасных гидрометеорологических явлений. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций: III научн.-практ. конф. 22-23 октября 2003 г. Доклады и выступления. М: Едиториал УРСС, 2004. С. 19-29.
4. *Дзердзеевский Б.Л.* Предварительные данные о циркуляции атмосферы в дни с суховеями в Прикаспии. Микроклиматология и климатические исследования в Прикаспийской низменности. М.: Изд-во АН СССР, 1953. С. 18-29.
5. *Дзердзеевский Б Л.* Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии // Материалы метеорологических исследований, М.: Изд-во АН СССР и Межвед. геофиз. комитета при Президиуме АН СССР. 1968. 240 с.
6. *Дзердзеевский Б Л., Курганская В.М., Витвиц-кая З.М.* Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // Тр. н.-и. учреждений Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сер. 2. Синоптическая метеорология. Вып. 21. М.: Л.: Гидрометиздат, 1946. 80 с.
7. *Дроздов О.А., Григорьева А.С.* Влагооборот в атмосфере. Л.: Гидрометеоиздат, 1963. 314 с.
8. *Дроздов О.А., Григорьева А.С.* Многолетние циклические колебания атмосферных осадков над территорией СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1971. 153 с.
9. *Зверева Е.П., Зверев Н.И.* К прогнозу засухи на Европейской территории СССР // Труды Гидрометцентра России. 1983. Вып. 257. С. 5-8.
10. *Зоидзе Е.К.* Об одном подходе к исследованию неблагоприятных агроклиматических явлений в условиях изменения климата в Российской Федерации // Метеорология и гидрология. 2004. № 1. С. 96-105.
11. *Зоидзе Е.К., Хомякова Т.В.* Оценка засушливых явлений в Российской Федерации // Тр. ВНИИСХМ, 2000. Вып. 33. С. 118-133.
12. *Золотокрылин А.Н., Черепкова Е.А.* Изменения индикаторов соотношения тепла и влаги, продуктивности в зональных равнинных ландшафтах России во второй половине XX в. // Изв. РАН. Сер. геогр. 2006. № 3. С. 19-28.
13. *Кац АЛ.* Необычное лето 1972 года. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 60 с.
14. Климатические и циркуляционные характеристики засух на территории СССР (справочное пособие) / Под ред. Неушкина А.И. ВНИИГМИ-МЦД. М: Гидрометеоиздат, 1977, 217 с.
15. *Кононова U.K.* Циркуляционные и климатические особенности зимних сезонов в Восточной Сибири в первой половине XX века // Изв. Забайкал. фил. геогр. о-ва СССР. 1970. Т. 6. Вып. 3. С 31-50.
16. *Кононова Н.К.* Связь синхронных засух в зерновых регионах Северного полушария с макроциркуляционными процессами // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1983. №6. С. 5-17.
17. *Кононова Н.К.* Изменение характера циркуляции атмосферы в последние десятилетия как фактор изменения климатических и ледовых условий Арктики // Матер, гляциол. исслед. 2006. Вып. 100. С. 191-199.
18. *Кувшинова К.В.* Типы атмосферных процессов и связанные с ними осадки, выпадающие в вегетационные периоды засушливых и влажных лет // Гидроклиматический режим лесостепной и степной зон СССР в засушливые и влажные годы. М., 1960. С. 112-128.
19. *Курганская В.М.* Характеристика засушливых периодов с точки зрения общей циркуляции атмосферы // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1953. № 2. С. 19-28.
20. *Логинов В.Ф.* Засухи, их возможные причины и предпосылки предсказания. // Стихийные природные процессы: географические, экологические и социально-экономические аспекты. М.: Изд-во НИЭНАС, 2002. С. 107-124.
21. Проблемы мониторинга засух // Тр. ВНИИСХМ. 2000. Вып. 33. 244 с.
22. *Раунер Ю.Л.* Синхронность засух в зерновых регионах северного полушария // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1979. № 1. С. 5.
23. *Савина С.С, Хмелевская Л.В.* Динамика атмосферных процессов северного полушария в XX столетии // Матер, метеорол. иссл.. № 9. М.: Межвед. геофиз. комитет при Президиуме АН СССР. Ин-т географии. 1984. 146 с.
24. *Уланова Е.С., Страшная А.И.* Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур // Тр. ВНИИСХМ. 2000. Вып. 33. С. 64-83.
25. *Хмелевская Л.В.* Макроциркуляционные процессы в засушливые годы на юге Европейской территории СССР. Колебания климата в XX столетии // Матер, метеор, иссл. № 1. М.: Изд-во Межвед. геофиз. ком. при Президиуме АН СССР, Ин-т географии. 1979. С. 36-44.
26. *Черепкова Е.А.* Динамика опасной атмосферной засухи в Европейской России // Метеорология и гидрология. 2007. № 11. С. 30-41.
27. *Hartmann D.L., Chan S.L.* A statistical study of the dynamics of blocking // Mon. Weather Rev. 1980. V. 108. P. 144-1154.
28. Achive of National Climatic Data Center, NOAA-9290, http://www.ncdc.noaa.gov
29. Achive of National Climatic Data Center, NOAA-9813, http://www.ncdc.noaa.gov

Dangerous Meteorological Drought over European Russia in the XX-th Century and Atmospheric Circulation Processes Relationship

E. A. Cherenkova, N. K. Kononova
Institute of Geography, RAS

Spatial and temporal distribution of dangerous meteorological drought is defined and analyzed using daily data of the 44 meteorological stations over the South and South-East of European Russia for the period 1936-2000. The contribution of each elementary circulation mechanism of classification according to B.L.Dzerdzeevskiy was investigated in all cases. The influence of consecutive change of macrocirculation processes on development of all revealed dangerous atmospheric droughts is considered. Formation drought and Northern Hemisphere atmospheric circulation relationship is studied.