

УДК 551.577.38: 632.112(470):551.533.2

**АНАЛИЗ ОПАСНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ЗАСУХ
1972 И 2010 ГГ. И МАКРОЦИРКУЛЯЦИОННЫХ УСЛОВИЙ
ИХ ФОРМИРОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ
ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Е. А. Черенкова, Н. К. Кононова

Институт географии Российской академии наук
119017 Москва, Старомонетный переулок, 29
E-mail: lcherenkova@marketresearch.ru, NinaKononova@yandex.ru

Поступила в редакцию 23.01.2012
Поступила после доработки 6.03.2012

Летом 2010 г. над центром европейской части России и Поволжьем установился блокирующий антициклон, под влиянием которого здесь наблюдалась жаркая сухая погода. Во многих городах был превышен абсолютный температурный максимум за всю историю наблюдений. Вследствие аномально жаркой погоды увеличилась пожароопасность, участились случаи обращения населения в экстренные медицинские службы. Сильная жара вызвала угнетение и частичное увядание растений (Бережная и др., 2010б; Бережная и др., 2010в).

Со второй декады июня по первую декаду октября пожароопасность на территории южных областей европейской части России (ЕЧР) достигала опасных критериев; наибольшая продолжительность пожароопасного периода (114 дней) была зарегистрирована в Калмыкии и Астраханской области (Бюллетень, 2011). На территории Астраханской и Волгоградской областей, Ставропольского края и Калмыкии погибли посевы сельскохозяйственных культур, в ряде регионов сохранялся режим чрезвычайной ситуации (Бережная и др., 2010а).

Впоследствии на совместном заседании Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследование по теории климата Земли» веду-

щие российские ученые проанализировали аномальные погодные условия на территории России летом 2010 г. с различных точек зрения (Володин, 2011; Иванов, 2011; Иванова и др., 2011; Кузнецова и др., 2011; Мелешко и др., 2011; Мохов, 2011; Фролов, Страшная, 2011; Шакина и др., 2011). Погодная аномалия лета 2010 г. на территории России нашла отклик и в зарубежных научных публикациях (Blunden et al., 2011; Grumm, 2011; Lau, Kim 2012; Schubert et al., 2011).

В условиях длительной жары в период с июня по август 2010 г. на юге европейской части России появились предпосылки для формирования катастрофического природного явления — опасной атмосферной засухи (ОАЗ), которая, согласно критерию, рекомендованному Гидрометцентром России, возникает в сезон вегетации, когда не менее 30 дней подряд при максимальной температуре воздуха выше 25 °С (в южных районах РФ выше 30 °С) количество осадков не превышает 5 мм в сутки (Гречиха, 2004). Допускается, что во время ОАЗ на фоне установившегося периода аномально высоких температур может быть несколько дней (в сумме не более четверти продолжительности периода засухи), когда температура воздуха составляет менее 25 °С. Временное понижение температуры, как правило, связано с выпадением осадков. На территории европейской части России такой тип засухи встречается в основном на юге и юго-востоке.

Вопросы, связанные с условиями формирования, повторяемостью и продолжительностью засушливых периодов, поднимались многими исследователями (Дроздов, 1980; Золотокрылин и др., 2007; Логинов, 2002; Мещерская, 1988; Раунер, 1981; Уланова, Страшная, 2000). Была изучена их связь с циркуляцией атмосферы (Глух, 1960; Кувшинова, 1960; Курганская, 1953; Хмелевская, 1979).

Ранее авторами была изучена динамика и составлен каталог опасной атмосферной засухи на юге европейской части России в период 1936—2000 гг. (Черенкова, 2007), была проанализирована связь ОАЗ с макроциркуляционными процессами в XX веке (Черенкова, Кононова, 2009). Целью настоящей работы является исследование макроциркуляционных условий формирования опасных атмосферных засух и анализ их пространственно-

временных особенностей на территории европейской части России в 1972 и 2010 гг., когда такие засухи охватывали наибольшую площадь.

Материалы и методы

Исследование проводилось на основе климатического архива ВНИИГМИ—МЦД — суточных значений температуры воздуха и суточных сумм осадков по данным 44 метеостанций на территории европейской части России. Особое внимание было уделено равнинной территории юга европейской части России, представленной типично степными, сухостепными и полупустынными ландшафтами. Граница засушливых земель (северная граница сухой субгумидной зоны увлажнения) и их площадь в условиях современного климата были определены ранее в соответствии с рекомендацией Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием (Золотокрылин, Черенкова, 2009).

Была проведена классификация опасных атмосферных засух по площади охвата рассмотренной территории в период с 1936 по 2010 г. Для определения площади засухи средствами ГИС была построена модель, в которой за каждый год рассчитывалась суммарная площадь многоугольников, в центре которых располагались метеостанции, на которых наблюдалась ОАЗ. При выполнении процедуры оптимального разбиения поверхности на многоугольники учитывалось принятое допущение, что зона влияния каждой метеостанции не пересекается с зонами влияния других метеостанций и определяется плотностью покрытия, а также пространственным положением метеостанций. Границы таких зон равноудалены от их центров — метеостанций. В настоящей работе проанализированы две наиболее обширные опасные атмосферные засухи, наблюдавшиеся на европейской части России (2010 и 1972 гг.).

Проведенная классификация опасных атмосферных засух достаточно хорошо согласуется с существующими каталогами засушливых лет (Каменькова, 1964; Обухов, 1949; Раунер, 1981; Утешев, 1972 и др.), а также с наиболее современными каталога-

ми, составленными А. В. Мещерской на основе применения индекса, учитывающего площадь распространения засушливых явлений в основных зерносеющих районах европейской части СНГ за период 1891—2010 гг. (Мещерская и др., 2011) и А. И. Страшной с применением гидротермического коэффициента увлажнения Г. Т. Селянинова (ГТК) за последние 60 лет (Фролов, Страшная, 2011). Наилучшее совпадение лет наблюдается в случае наиболее крупномасштабных засух. Различия в определении приоритета засушливых лет обусловлены методологическими аспектами при выявлении засух, неполным соответствием границ рассмотренных территорий. Кроме того, необходимо учитывать особенность критерия опасной атмосферной засухи, которая состоит в характеристике засушливости с точки зрения наличия в сезон вегетации длительных непрерывных бездождных периодов на фоне аномально высоких температур. Различия результатов может также быть обусловлено дихотомичностью показателя ОАЗ и его чувствительностью к региональным осадкам.

Для анализа циркуляции атмосферы использована типизация элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) Северного полушария, разработанная Б. Л. Дзердзеевским, В. М. Курганской и Э. М. Витвицкой (Дзердзеевский и др., 1946). Известна группировка ЭЦМ для шести секторов Северного полушария, проведенная Б. Л. Дзердзеевским (Дзердзеевский, 1968) по траекториям циклонов и антициклонов в каждом секторе: атлантическом, европейском, сибирском, дальневосточном, тихоокеанском и американском. Европейский сектор ограничен меридианами 0 и 60° в.д. Поскольку координаты района исследования составляют приблизительно 42—55° с. ш. и 35—60° в. д., 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 (вторжение арктических антициклонов), долготную южную (выход южного циклона) и стационарное положение (стационарирование антициклона в рассматриваемом регионе). Распределение ЭЦМ по группам циркуляции представлено в табл. 1.

Таблица 1

**Распределение ЭЦМ, встречавшихся во время засух,
по группам циркуляции для юга европейской части России**

Группа ЭЦМ			
Широтная западная	Долготная северная	Долготная южная	Стационарное положение
2а, 2в, 6, 7ал, 7бл	4б, 4в, 8бл, 8гл, 8гз, 10а, 10б, 12а, 12бл, 12вл	2б, 8вл	3, 8а, 9а, 13л
Отрог азорского антициклона распространяется на регион	Арктические антициклоны распространяются на регион либо через европейскую часть России (ЭЦМ 4б, 4в, 10а, 10б), либо через западную Сибирь (ЭЦМ 8бл, 8гз, 8гл, 12а, 12бл, 12вл)	На юг европейской части России выходят средиземноморские циклоны	Над регионам устанавливается антициклоническая циркуляция

Примечания: 1. Зональные ЭЦМ для Северного полушария без блокирующих процессов с тремя выходами южных циклонов: 2а — на Центральную и Западную Европу, вдоль Тихоокеанского побережья, через Северную Америку; 2б — один из них на бассейны Волги и Урала; 2в — через Каспийское и Аральское моря на бассейн Оби и Енисея, вдоль Тихоокеанского побережья, через Северную Америку.

2. ЭЦМ нарушения зональности для Северного полушария: 3 — блокирующий антициклон над Атлантикой; 4б — блокирующий процесс на европейской части России (ЕЧР); 4в — блокирующий процесс на Урале и в Западной Сибири; 6 — блокирующий антициклон в Тихоокеанском секторе; 7ал — блокирующий процесс на востоке Северной Америки; 7бл — блокирующий процесс на западе Северной Америки.

3. Меридиональные северные ЭЦМ для Северного полушария. Два блокирующих процесса: 8а — над востоком Северной Америки и над Западной Европой; 8бл — на ЕЧР и в Восточной Сибири; 8вл — над Восточной Сибирью и Тихим океаном; 8гл — над Атлантикой и Западной Сибирью; 8гз — над Атлантикой и Восточной Сибирью; 9а — над Атлантикой и Тихим океаном; 10а — над ЕЧР и востоком Северной Америки; 10б — над востоком ЕЧР и западом Северной Америки. 12а — четыре блокирующих процесса, один из которых над ЕЧР. Три блокирующих процесса: 12бл — один из них над сектором от 40 до 100° в. д.; 12вл — один из них над бассейнами Волги и Оби.

4. Меридиональный южный ЭЦМ для полушария: 13л — четыре выхода южных циклонов.

Подробное описание с приведением динамических схем и графиков внутригодового изменения повторяемости и многолетнего хода продолжительности ЭЦМ представлено на Интернет-сайте по адресу: www.atmospheric-circulation.ru. Там же размещен Календарь последовательной смены ЭЦМ по текущий год.

Обсуждение результатов

Рассмотрим метеорологические условия в зимний и весенний сезоны, предшествующие засухе. С января по март 1972 г. на территории европейской части России преобладала отрицательная аномалия среднемесячной температуры воздуха, которая составила в среднем $-6,8$ °С в январе, $-0,5$ °С в феврале и $-1,3$ °С в марте. В те же месяцы отмечался дефицит осадков: в среднем на европейской части России в январе выпало 37 % нормы осадков, в феврале — 41 %, а в марте — 77 %. В 2010 г. зима на европейской части России выдалась холодной в течение всех трех месяцев. Среднемесячная температура воздуха здесь в среднем была ниже нормы: в декабре на $1,2$ °С, в январе на $3,6$ °С, в феврале на $0,9$ °С. Наибольшая аномалия среднемесячной температуры воздуха отмечалась в центральной части в январе и составила в среднем -5 °С.

В зимний период дефицита осадков почти не наблюдалось, а на юге и западе территории сумма осадков превысила норму почти в два раза. Весна была теплой, и в центральных областях европейской части России ощущался недостаток осадков (в апреле до 40 % нормы).

На фоне аномально холодной зимы и глубокого промерзания почвы часть выпавших зимой осадков весной 1972 и 2010 гг. ушла в сток. Недостаток осадков зимой 1972 г. и малое их количество практически во все весенние месяцы рассматриваемых лет создали предпосылки для дальнейшего развития засухливости летом.

Рассмотрим генезис атмосферных засух на территории европейской части России летом 1972 и 2010 гг. В мае 1972 г. на юге европейской части России и в Поволжье на фоне существенного дефицита осадков при повышенной температуре воздуха начала развиваться засуха (Гидрометеорологические особенности..., 1973). Во второй декаде мая в южных областях европейской части России и в Саратовской области возник очаг опасной атмосферной засухи. В это время в районах, расположенных западнее, жаркая погода сопровождалась дождями временами ливневого характера. Затем, после выпадения осадков в некоторых районах в конце июня, ОАЗ в первых числах июля при ЭЦМ 12вл (заток арктического

воздуха на юг ЕЧР через Западную Сибирь) возобновилась на юге европейской части России.

При новых вторжениях арктического воздуха (ЭЦМ 12вл и 10а), формировании устойчивого антициклона на юге ЕЧР (ЭЦМ 8а) и новом пополнении его сухим арктическим воздухом (ЭЦМ 4б, 10б, 8гл, 4в) усиление интенсивности температурной аномалии привело к распространению отрицательных экстремумов увлажнения на территорию Центрально-Черноземного, Волго-Вятского и Центрального районов и даже в северные районы Нечерноземной зоны (рис. 1).

К концу августа ОАЗ закончилась в центральных и северных областях ЕЧР, а ко второй декаде сентября прекратилась в южных

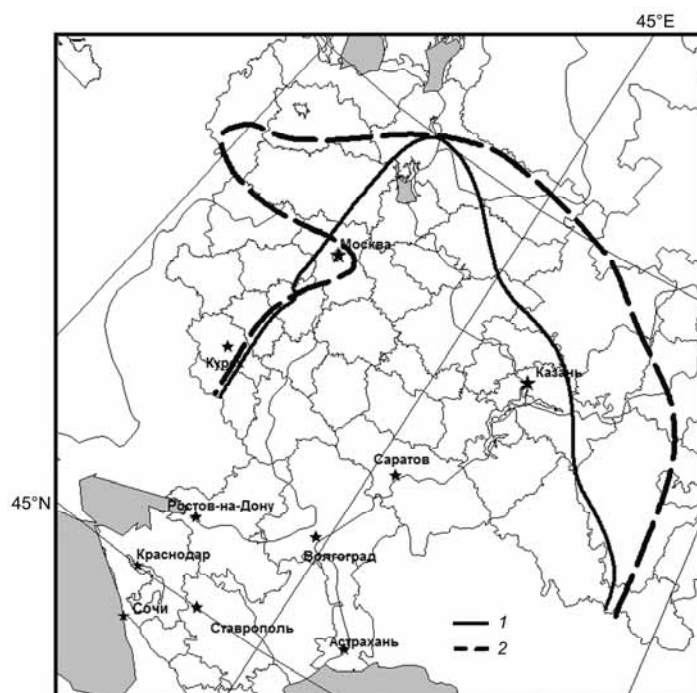


Рис. 1. Северная граница области опасной атмосферной засухи на территории европейской части России в 1972 г. (1) и в 2010 г. (2).

районах. Дольше всего ОАЗ сохранялась на юге Астраханской области (126 дней). Наименьшая длительность засухи отмечалась в Оренбургской области, где она составила 31 день (табл. 3). Из табл. 3 видно, что в формирование засухи в Астрахани наибольший вклад внесли меридиональные северные ЭЦМ для Северного полушария в целом (50 дней, 40 % продолжительности ОАЗ) и ЭЦМ группы нарушения зональности (39 дней, 31 %). В формирование опасной засухи на всей рассмотренной территории наибольший вклад внесли следующие группы ЭЦМ: нарушение зональности (в среднем 21 день, 37 % продолжительности ОАЗ) и меридиональные южные для Северного полушария (в среднем, 15 дней, 27 %).

По группам циркуляции для юга европейской части России ЭЦМ разделились следующим образом: долготные северные в среднем 26 дней (44 % продолжительности ОАЗ), стационарное положение в среднем 21 день (37 %), широтная западная (на юге ЕЧР влияние восточного отрога азорского антициклона) в среднем семь дней (13 %) и долготная южная (выход средиземноморских циклонов) в среднем менее одного дня (0,3 %). В то же время, продолжительность долготной северной группы циркуляции в период ОАЗ была в 1,5 раза больше средней за 1899—2010 гг., продолжительность существования самостоятельного стационарного антициклона на юге ЕЧР составляла 89 % средней, продолжительность влияния азорского антициклона — 63 %, а выходов южных циклонов — 48 %.

Другими словами, в 1972 г. ОАЗ развивалась в основном в сухом арктическом воздухе, поступавшем в арктических антициклонах и прогревавшемся над континентом, в результате чего формировался самостоятельный антициклон над югом ЕЧР. Азорский максимум также играл заметную роль в развитии этой ОАЗ. Заметим, что эта засуха наблюдалась в период увеличения продолжительности циклонической циркуляции в высоких широтах Северного полушария (1970—1980 гг.). Засуха с менее жесткими критериями отмечалась этим летом на всей европейской части России (Кац, 1973).

В мае 2010 г. на фоне ранней и теплой весны на ЕЧР увеличилась повторяемость бездождных периодов, однако осадков было достаточно, особенно в первую половину мая (в южных областях ЕЧР) и в последнюю декаду (в Центрально-Черноземном районе). В конце мая при ЭЦМ 3 и 9а в южной половине ЕЧР сформировался антициклон, и в начале июня при ЭЦМ 4б произошел заток туда сухого арктического воздуха. Над континентом воздух быстро прогрелся, и на территории от Приазовья до Северо-Западного Прикаспия, находившейся под влиянием сформировавшегося здесь антициклона, установилась теплая погода с температурой воздуха, превышающей 25 °С. Далее, при ЭЦМ 12а, в эту область вновь произошел заток сухого арктического воздуха. В это время очаг опасной атмосферной засухи возник на юге Астраханской области, однако к западу, северу и северо-западу от этого региона антициклоническая циркуляция не была устойчивой из-за прорыва средиземноморских циклонов при ЭЦМ 12а и прохождения атлантических циклонов при ЭЦМ 9а. Здесь в это время погода была нежаркой и дождливой.

Только после вторжений арктического воздуха во вторую декаду июня при ЭЦМ 12а над всей восточной половиной ЕЧР установилась устойчивая антициклоническая погода, и опасная атмосферная засуха охватила не только южные области, но и территорию Центрально-Черноземного района, Поволжье и Южное Предуралье (см. рис. 1).

Далее, при ЭЦМ 13л, в конце июня — начале июля произошло дальнейшее усиление антициклона и увеличение площади стационарного антициклона на юге ЕЧР, в результате чего ОАЗ распространилась на большую территорию. Засуха проявилась на территории Центрального района, а затем в течение первых 12 дней июля ОАЗ распространилась также на Псковскую, Вологодскую и Кировскую области. Засуха на несколько дней прервалась небольшими осадками, выпавшими в начале июля на фронтах, связанных с циклонами, проходившими севернее рассматриваемого региона. На метеостанции Приморско-Ахтарск опасная засуха и вовсе прекратилась. На метеостанции Саратов засуха перешла в разряд опасной только 29 июля.

Опасная атмосферная засуха в более северных районах европейской части России закончилась в первую декаду августа, а в центральных районах отмечалась дольше на 10—15 дней. В южных областях засуха продолжалась до начала сентября. На юге Астраханской области продолжительность ОАЗ была максимальной (129 дней), и она продолжалась до конца сентября. Продолжительность ОАЗ на территории Краснодарского края была наименьшей (30 дней).

Аномалия среднемесячной температуры приземного воздуха в июне—августе 2010 г., как и в аналогичный период 1972 г., имела положительный знак, но была более выраженной (табл. 2). Из табл. 3 видно, что опасная атмосферная засуха на метеостанциях

Таблица 2

Средние месячные аномалии температуры воздуха и сумм осадков по сравнению с периодом 1961—1990 гг.

Метеостанция	Температура, °С						Сумма осадков, %					
	1972 г.			2010 г.			1972 г.			2010 г.		
	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII	VI	VII	VIII
Астрахань	2,4	1,5	1,8	3,4	3,9	4,0	31	0	0	24	0	5
Элиста	3,5	3,1	3,9	3,3	4,5	5,3	33	127	11	19	166	7
Приморско-Ахтарск	3,0	1,2	2,6	2,7	3,0	4,7	31	409	29	82	52	55
Ростов-на-Дону	4,9	4,7	5,9	4,5	5,8	7,7	41	148	148	17	132	9
Цимлянск	3,3	2,8	4,2	3,6	4,1	5,4	82	36	8	100	104	10
Александров-Гай	2,1	3,0	4,5	4,9	5,6	5,9	100	41	0	0	33	26
Октябрьский Городок	2,9	4,1	6,3	4,7	6,4	6,3	40	9	1	1	33	20
Воронеж	3,8	3,9	6,6	4,2	6,8	7,1	92	52	7	52	46	52
Каменная Степь	3,9	3,5	6,6	5,0	7,0	7,3	76	125	13	4	35	55
Самара	0,4	2,2	5,3	4,9	6,6	6,8	67	62	0	9	2	51
Тамбов	3,7	4,3	6,9	4,0	7,3	6,5	5	28	0	48	15	100
Махачкала	1,6	0,8	0,7	2,4	2,4	2,8	147	16	4	27	15	7

Таблица 3

**Характеристики циркуляционных процессов при возникновении опасной атмосферной засухи в
1972 и 2010 гг.**

Метеостанция	Максимальная суточная температура в период ОАЗ, °С		Длительность, число дней	Дата начала ОАЗ	Группа ЭЦМ									
	Сред.	Макс.			3	нз	мс	мю	шз	дс	дю	сп		
													з	нз
Астрахань	31,3	39,6	126	10.05.1972	6	31	40	16	10	53	3	26		
	32,7	40,9	129	25.05.2010	0	9	61	29	5	42	1	53		
Приморско-Ахтарск	31,6	36,6	33	11.07.1972	6	27	21	39	12	30	0	52		
	29,3	35	30	26.05.2010	0	7	73	20	0	47	0	53		
Элиста	31,9	37,5	101	09.07.1972	8	31	36	20	13	50	2	29		
	34	41,3	96	31.05.2010	0	11	57	31	6	42	1	51		
Воронеж	31,4	37,5	53	09.07.1972	11	40	13	30	15	38	0	42		
	34,8	40,5	45	13.07.2010	0	11	58	31	4	38	2	56		
Каменная Степь	31,2	36,5	49	14.07.1972	12	35	14	33	16	33	0	45		
	32,5	40,2	87	30.05.2010	0	13	51	37	7	36	1	56		
Октябрьский	31,8	37,5	80	15.06.1972	8	38	30	20	10	51	0	34		
	32,8	39,2	78	01.06.2010	0	13	49	41	8	37	1	54		
Саратов	32	37,8	82	14.06.1972	7	37	32	20	10	52	0	33		
	34	40,9	38	29.07.2010	0	8	66	26	0	42	0	56		
Александров-Гай	33,8	39,4	63	03.07.1972	10	43	17	25	13	48	0	35		
	34,8	41,8	99	23.05.2010	0	14	54	32	6	35	1	58		

Продолжение табл. 2

Метеостанция	Максимальная суточная температура в период ОАЭ, °С		Длительность, число дней	Дата начала ОАЭ	Группа ЭЦМ									
	Сред.	Макс.			з	нз	мс	мю	шз	дс	дю	сп		
Цимлянск	31,2 33,4	36,5 38,7	67 62	03.07.1972 08.07.2010	9 0	40 8	22 60	24 32	12 3	51 40	0 2	33 55		
Ростов-на-Дону	31,4 33,7	37 40,1	76 62	16.05.1972 08.07.2010	5 0	26 8	45 60	17 32	12 3	47 40	3 2	32 55		
Вологда	28,2 30,5	35,5 36,4	34 41	25.07.1972 02.07.2010	12 0	35 12	21 34	24 54	18 5	38 29	0 2	35 63		
Киров	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
Кострома	31,8 29,2 31,6	36,6 36,3 37,1	34 55 52	11.07.2010 03.07.1972 21.06.2010	0 7 9	15 42 17	44 16 29	41 29 54	6 11 12	35 47 25	3 0 2	56 36 62		
Нижний Новгород	28,8 32	35,1 38,2	58 59	03.07.1972 21.06.2010	10 0	41 15	16 36	28 49	14 10	45 29	0 2	36 59		
Казань	29,2 33,4	35,6 39	29 40	01.07.1972 10.07.2010	7 0	52 13	14 48	28 40	14 5	59 38	0 3	28 55		
Москва	28,8	34,8	38	06.07.1972	5	37	18	34	11	39	0	45		
Елатьма	— 29,9 32,9	— 35,2 39,3	— 56 60	— 05.07.1972 21.06.2010	— 11 0	— 43 15	— 13 37	— 29 48	— 14 10	— 43 28	— 0 2	— 38 60		

Павелец	30,4	35,7	52	06.07.1972	8	42	13	31	12	44	0	38
	35,5	39,4	32	19.07.2010	0	16	53	31	6	38	3	53
Тамбов	30,9	37	45	17.07.1972	13	31	16	33	18	29	0	47
	33,6	41,1	76	06.06.2010	0	12	46	42	8	32	1	59
Великие Луки	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	29,2	34,8	35	28.06.2010	0	9	29	63	9	20	3	69
Ижевск	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	31,3	37	38	12.07.2010	0	13	50	37	5	39	3	53
Красноуфимск	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	29,2	35,4	51	22.06.2010	0	18	27	55	12	24	2	63
Самара	29,5	34,5	62	04.07.1972	10	44	16	26	13	47	0	35
	32,2	39,9	82	31.05.2010	0	13	48	39	7	37	1	55
Оренбург	30,8	35,9	31	03.08.1972	13	39	16	26	13	45	0	35
	32,8	37,9	48	01.06.2010	0	10	44	46	8	35	0	56
Уфа	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	30,2	37,7	76	01.06.2010	0	13	46	41	8	34	1	57

Примечания. 1. з — зональная, нз — нарушение зональности, мс — меридиональная северная, мю — меридиональная южная (для Северного полушария), шз — широтная западная, дс — долготная северная, дю — долготная южная, сп — стационарное положение (для юга ЕЧР).

2. Продолжительность групп ЭЦМ для каждой метеостанции указана в долях (%) общей продолжительности ОАВ.

Таблица 4

Характеристики ЭЦМ в период ОАЗ летом 1972 и 2010 гг. (число дней): продолжительность (I), ее среднее многолетнее значение за 1899—2010 гг. (II) и аномалия (III)

Характеристика	ЭЦМ															
	2а	3	4б	4в	6	7ал	8а	8вл	8гл	9а	10а	10б	12а	12бл	12вл	13л
	<i>Июнь 1972 г.</i>															
I		3					5				2				5	
II		1,99					1,3				1,39				0,95	
III		1,01					3,7				0,61				4,05	
	<i>Июль 1972 г.</i>															
I	2		5	8	2				2	1		2				8
II	1,17		2,9	2,0	0,7				0,98	2,24		2,2				5,54
III	0,83		2,1	5,9	0,2				1,02	-1,2		-0,2				2,46
	<i>Август 1972 г.</i>															
I	4	2	1	8						3		3				8
II	0,81	1,84	2,1	1,9						1,38		1,92				5,54
III	3,19	0,16	-1,1	6,1						1,62		1,08				2,46
	<i>Июнь 2010 г.</i>															
I					2	2				5			12			8
II					1,4	1,55				2,26			1,52			4,85
III					0,6	0,45				2,74			10,48			3,15

		<i>Июль 2010 г.</i>						
		1	2	3	4	5	6	19
I								
II		0,35	1,1				0,71	5,54
III		0,65	0,9				2,29	13,46
		<i>Август 2010 г.</i>						
I				3				5
II		1,89					1,69	5,54
III		1,11					4,31	1,46

Каменная Степь, Тамбов, Александров-Гай летом 2010 г. была продолжительнее засухи 1972 г. более чем на месяц. В Самаре и Оренбурге длительность ОАЗ в 2010 г. была почти на три недели больше. Вместе с тем, в Саратове в летний сезон 2010 г. опасная атмосферная засуха была короче на 44 дня, в Ростове-на-Дону — на две недели, а на метеостанции Павелец — на три недели по сравнению с аналогичным периодом 1972 г. На остальных рассмотренных метеостанциях изменения продолжительности засухи не были столь существенными.

Средняя максимальная температура воздуха в период засухи 2010 г., которая составила 29,2—35,5 °С, превысила максимальные наблюдаемые в период прежних засух значения. Среднее и максимум максимальной суточной температуры в период опасной атмосферной засухи были выше в 2010 г. по сравнению с 1972 г. Наибольшее различие максимумов температуры зафиксировано в Самаре (5,4 °С), средние температуры более всего различались на метеостанции Павелец (5,1 °С).

В большинстве рассмотренных случаев ОАЗ в 2010 г. начиналась раньше. С опережением более чем на месяц по сравнению с засухой 1972 г. ОАЗ в 2010 г. сформировалась на метеостанциях Каменная Степь, Александров-Гай и Тамбов. По площади охвата территории юга России в летний сезон засухе 2010 г. не было аналогов с 1936 г. Очаг ОАЗ охватил не только области, которые в прошлом неоднократно подвергались подобной засухе, но и более северо-западные (Псковская область) и северо-восточные районы (Предуралье), где ОАЗ ранее никогда не наблюдалась. Засуха с менее жесткими условиями наблюдалась этим летом и в более северных районах ЕЧР (Мещерская и др., 2011; Фролов, Страшная, 2011).

Необходимо отметить, что по данным метеостанций Павелец, Казань, Киров, Ижевск, Оренбург продолжительность жары не превысила 40 дней, а в Предуралье и Зауралье в это время было прохладно и шли дожди. Это происходило в связи с тем, что сформировавшийся 11—12 июня при ЭЦМ 13л устойчивый антициклон над центром, югом и юго-востоком ЕЧР не позволял средиземномор-

ским циклонам пройти обычным путем на ЕЧР. В результате они огибали область высокого давления с юга и выходили на Предуралье, Зауралье и Западную Сибирь. Атлантические циклоны, прошедшие по северу ЕЧР, огибали эту область с севера и также приносили осадки и понижение температуры в указанные районы.

Опасная атмосферная засуха 2010 г. состоялась в период уменьшения продолжительности выходов южных циклонов и усиления меридиональных северных (блокирующих) процессов (рис. 2). В формирование опасной засухи на всей рассмотренной территории наибольший вклад внесли группы ЭЦМ: стационарное положение (в среднем 34 дня, 57 % общей продолжительности ОАЗ) и меридиональные северные для Северного полушария (в среднем 30 дней, 48 % общей длительности засухи) (см. табл. 3).

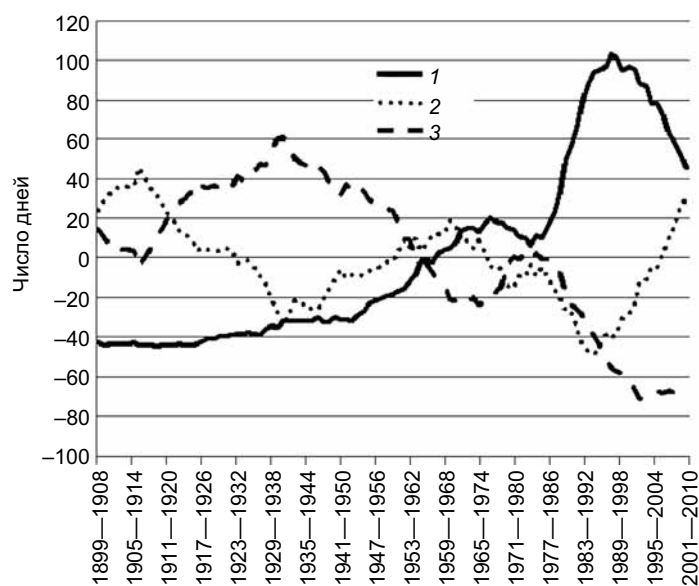


Рис. 2. Отклонения продолжительности групп ЭЦМ (10-летние скользящие средние) в период 1899—2010 гг.

1 — меридиональная южная, 2 — меридиональная северная, 3 — зональная и нарушение зональности.

В период развития ОАЗ (май—сентябрь) на юге ЕЧР наиболее продолжительным было стационарирование самостоятельного антициклона (превысило норму за 1899—2010 гг. на 43 %), который пополнялся за счет арктических вторжений на ЕЧР (на 20 % выше нормы) и распространения отрога азорского антициклона на юг ЕЧР (его длительность составила 25 % нормы). На выходы южных циклонов, которые прерывали течение ОАЗ, приходилось 11 % средней продолжительности этой группы в мае—сентябре в сравнении со средним за период 1899—2010 гг.

Поскольку возрастающая в последние годы продолжительность блокирующих процессов еще не достигла того уровня, который отмечался в конце 60-х — начале 70-х годов, формирование ОАЗ в рассмотренных районах в ближайшем будущем весьма вероятно.

Выводы

Аномально холодная зима, а также дефицит осадков на территории европейской части России зимой и почти во все весенние месяцы 1972 г. создали предпосылки для дальнейшего развития засушливости летом. Холодная зима 2010 г., не способствующая пополнению влагозапасов за счет снеготаяния, оказала влияние на формирование засушливых условий в мае в центре европейской части России.

Опасные атмосферные засухи 1972 и 2010 гг. приходятся на период повышенной суммарной годовой продолжительности меридиональной циркуляции в Северном полушарии: больше средней (за период 1899—2010 гг.) была также продолжительность блокирующих процессов и выходов южных циклонов. В оба летних сезона преобладали вторжения сухого арктического воздуха, быстро прогревавшегося над разогретой под безоблачным небом почвой и поддерживающего формирование стационарных антициклонов над югом, юго-востоком и центром ЕЧР. И в том, и в другом случае очаг ОАЗ сформировался в мае на территории Аст-

раханской области, где засуха закончилась лишь в сентябре. Обе катастрофические засухи можно причислить к разряду наиболее интенсивных за период с 1936 г.

Однако необходимо отметить, что ОАЗ 2010 г. превосходит ОАЗ 1972 г. по интенсивности и охвату территории. Наблюдавшаяся на юге европейской части России на фоне дефицита осадков с июня по август температурная аномалия была ярче выражена в 2010 г., нежели в 1972 г.

Различие между рассматриваемыми засухами состоит в том, что летом 1972 г. продолжительность обобщенной зональной группы циркуляции (зональная и нарушение зональности) практически не отличалась от средней за 1899—2010 гг. и составляла 40 дней за лето, а в 2010 г. она составляла всего пять дней. В связи с этим в 1972 г. существенную (а в некоторых случаях и ведущую) роль в формировании ОАЗ играла группа нарушения зональности. При ЭЦМ 4б и 4в, относящихся к этой группе, над ЕЧР формировались блокирующие процессы. Для юга ЕЧР они были долготными северными. При остальных летних ЭЦМ этой группы над высокими и средними широтами ЕЧР проходили атлантические циклоны, препятствующие распространению ОАЗ к северу.

В 2010 г. ведущая роль в формировании ОАЗ принадлежала меридиональной северной группе циркуляции, немного отставала от нее меридиональная южная. Для юга ЕЧР первая группа создает долготную северную циркуляцию, при которой образуется меридионально расположенная полоса повышенного давления, соединяющая арктический антициклон с устойчивым антициклоном, сформировавшимся на юге ЕЧР. Вторая группа способствует формированию на юге ЕЧР стационарного положения — устойчивого антициклона, который поддерживается поступающим с севера сухим арктическим воздухом, быстро прогревающимся над континентом. Эта группа оказалась доминирующей при формировании ОАЗ 2010 г.

Преобладание меридиональных процессов в циркуляции атмосферы Северного полушария, отмечающееся в последние годы, в дальнейшем может привести к формированию блокирующих ан-

тициклонов над ЕЧР (в особенности, летом) и увеличению повторяемости катастрофических засух, а также их распространению на территорию основных зернопроизводящих областей России.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 13 «Географические основы устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов», Проект «Опустынивание засушливых земель юга России в контексте изменений климата», и финансовой поддержке РФФИ (проект 11-05-00573).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бережная Т. В., Голубев А. Д., Найшуллер М. Г. (2010а). Аномальные гидрометеорологические явления на территории Российской Федерации в августе 2010 г. // Метеорология и гидрология. № 11. С. 104—114.

Бережная Т. В., Голубев А. Д., Найшуллер М. Г. (2010б). Аномальные гидрометеорологические явления на территории Российской Федерации в июле 2010 г. // Метеорология и гидрология. № 10. С. 107—118.

Бережная Т. В., Голубев А. Д., Найшуллер М. Г. (2010в). Аномальные гидрометеорологические явления на территории Российской Федерации в июне 2010 г. // Метеорология и гидрология. № 9. С. 105—120.

Бюллетень Северо-Кавказского гидрометеорологического центра (2011). Северо-Кавказское межрегиональное территориальное управление Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. — Ростов-на-Дону. № 08/178.

Володин Е. М. (2011). О природе некоторых сверхэкстремальных аномалий летней температуры / Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». — М.: Триада ЛТД, с. 48—57.

Гидрометеорологические особенности 1972 года (1973). — М.: Гидрометеиздат. 32 с.

Глух И. С. (1960). Циркуляционные условия, подготавливающие развитие засушливых и влажных вегетационных периодов. Гидроклиматический режим лесостепной и степной зон СССР в засушливые и влажные годы. — М.: Изд-во АН СССР, с. 102—111.

Гречиха А. П. (2004). Определение опасных гидрометеорологических явлений. Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций / Доклады и выступления на III научно-практической конференции. 22—23 октября 2003 г.— М.: Едиториал УРСС, с. 19—29.

Дзердзеевский Б. Л. (1968). 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. 240 с.

Дзердзеевский Б. Л., Курганская В. М., Витвицкая З. М. (1946). Типизация циркуляционных механизмов в северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // Труды науч.-исслед. учреждений ГУГМС при Совете Министров СССР. Сер. 2. Синоптическая метеорология. Вып. 21. — М., Л.: Гидрометиздат. 80 с.

Дроздов О. А. (1980). Засухи и динамика увлажнения. — Л.: Гидрометеиздат, 1980. 93 с.

Золотокрылин А. Н., Черенкова Е. А. (2009). Площадь засушливых земель равнин России // Аридные экосистемы. Т. 15, № 1(37). С. 5—12.

Золотокрылин А. Н., Виноградова В. В., Черенкова Е. А. (2007). Динамика засух в Европейской России в ситуации глобального потепления // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 21. С. 160—181.

Иванов А. Л. (2011). Изменение климата и некоторые тенденции эволюции почвообразовательного процесса / Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». — М.: Триада ЛТД, с. 32—34.

Иванова А. Р., Шакина Н. П., Скриптунова Е. Н., Богаевская Н. И. (2011). Сравнение динамических характеристик блокирующего антициклона лета 2010 года с более ранними эпизодами // Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». — М.: Триада ЛТД, с. 65—71.

Каменькова Н. И. (1964). К вопросу об изучении весенне-летних засух на Европейской территории СССР // Труды ГГО. Вып. 164. С. 43—54.

Кац А. Л. (1973). Необычное лето 1972 года. — Л.: Гидрометеиздат. 60 с.

Кувшинова К. В. (1960). 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., с. 112—128.

Кузнецова И. Н., Звягинцев А. М., Семутникова Е. Г. (2011). Экологические последствия погодных аномалий летом 2010 года // Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». — М.: Триада ЛТД, с. 58—64.

Курганская В. М. (1953). Характеристика засушливых периодов с точки зрения общей циркуляции атмосферы // Изв. АН СССР. Сер. геогр. № 2. С.19—28.

Логинов В. Ф. (2002). Засухи, их возможные причины и предпосылки предсказания // Стихийные природные процессы: географические, экологические и социально-экономические аспекты. — М.: Изд-во НИЭНАС, с. 107—124.

Мелешко В. П., Мирвис В. М., Матюгин В. А., Львова Т. Ю., Булгаков К. Ю., Геворкян А. М. (2011). О воспроизведении аномалии лета 2010 года в долгосрочных метеорологических прогнозах на основе модели общей циркуляции атмосферы ГГО / Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». — М.: Триада ЛТД, с. 35—40.

Мещерская А. В. (1988). О показателе засухи и урожайности зерновых культур // Метеорология и гидрология. № 2. С. 91—98.

Мещерская А. В., Мирвис В. М., Голод М. П. (2011). Засуха 2010 г. на фоне многолетнего изменения засушливости в основных зерносеющих районах европейской части России // Труды ГГО. Вып. 563. С. 94—121.

Мохов И. И. (2011). Аномальное лето 2010 года в контексте общих изменений климата и его аномалий / Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». — М.: Триада ЛТД, с. 41—47.

Обухов В. М. (1949). Урожайность и метеорологические факторы. — М.: Госпланиздат, с. 9—41.

Раунер Ю. Л. (1981). Климат и урожайность зерновых культур. — М.: Наука, 164 с.

Уланова Е. С., Страшная А. И. (2000). Засухи в России и их влияние на урожайность зерновых культур // Труды ВНИИСХМ. Вып. 33. С. 64—83.

Утешев А. С. (1972). Атмосферные засухи и их влияние на природные явления. — Алма-Ата: Наука, 195 с.

Фролов А. В., Страшная А. И. (2011). О засухе 2010 года и ее влиянии на урожайность зерновых культур / Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». — М.: Триада ЛТД, с. 22—31.

Хмелевская Л. В. (1979). Макроциркуляционные процессы в засушливые годы на юге Европейской территории СССР. Колебания климата в XX столетии / Матер. метеор. иссл. № 1. — М.: Изд-во Межвед. геофиз. комитета при Президиуме АН СССР, Ин-т географии. С. 36—44.

Черенкова Е. А. (2007). Динамика опасной атмосферной засухи в Европейской России // *Метеорология и гидрология*. № 11. С. 30—41.

Черенкова Е. А., Кононова Н. К. (2009). Связь опасных атмосферных засух в Европейской России в XX веке с макроциркуляционными процессами // *Изв. РАН. Сер. геогр.* № 1. С. 73—82.

Шакина Н. П., Иванова А. Р., Бирман Б. А., Скриптунова Е. Н. (2011). Блокирование: условия лета 2010 года в контексте современных знаний / Сборник докладов совместного заседания Президиума Научно-технического совета Росгидромета и Научного совета Российской академии наук «Исследования по теории климата Земли. Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 года». — М.: Триада ЛТД, с. 6—21.

Blunden J., Arndt D. S., Baringer M. O. (2011). State of the climate in 2010 // *Bull. Amer. Met. Soc.* V. 92. Is. 6. P. S1—S236.

Grumm Richard H. (2011). The Central European and Russian heat event of July—August 2010 // *Bull. Amer. Met. Soc.* V. 92. Is. 10. P. 1285—1296.

Lau William K. M., Kim Kyu-Myong (2012). The 2010 Pakistan Flood and Russian heat wave: teleconnection of hydrometeorological extremes // *J. Hydromet.* V. 13. Is. 1. P. 392—403.

Schubert S., Wang H., Suarez M. (2011). Warm season subseasonal variability and climate extremes in the Northern Hemisphere: the role of stationary Rossby waves // *J. Climate*. V. 24. Is. 18. P. 4773—4792.