

# РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАСУХ НА ЮГЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И ИХ СВЯЗЬ С ИЗМЕНЕНИЯМИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ

Е.А. Черенкова  
cherenkova@igras.ru

Институт географии РАН, Москва, Россия

Засухи на юге Европейской территории России (ЕТР) ассоциируются с устойчивой антициклонической деятельностью. Недостаток осадков летом и засухи в регионах неустойчивого и недостаточного увлажнения часто связаны с характерными аномалиями повышенного давления над ЕТР и одновременно наблюдающимися аналогичными аномалиями над восточной частью Северной Атлантики. Такие циркуляционные условия присущи отрицательной фазе колебания ВА/ЗР (Восточная Атлантика/Западная Россия). Данное колебание впервые было выделено в качестве одной из ведущих мод изменчивости аномалий барического поля в Европейском секторе при разложении поля аномалий высоты геопотенциала на уровне 700гПа Северного полушария на естественные ортогональные составляющие (EOF-анализ) [6]. Ведущий режим ВА/ЗР, объясняющий до 10% изменчивости барического поля Северного полушария, начиная с 1950 г., ежемесячно анализируется по данным высоты геопотенциала на уровне 500гПа в Центре прогнозирования погоды и климата NOAA (<https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/telecontents.shtml>). Положительная фаза колебания «Восточная Атлантика/Западная Россия» ассоциируется с повышенной повторяемостью положительных аномалий давления в основных центрах действия колебания, расположенных над Западной Европой, Монголией и севером Китая, и отрицательных аномалий давления над центральной частью Северной Атлантики и ЕТР.

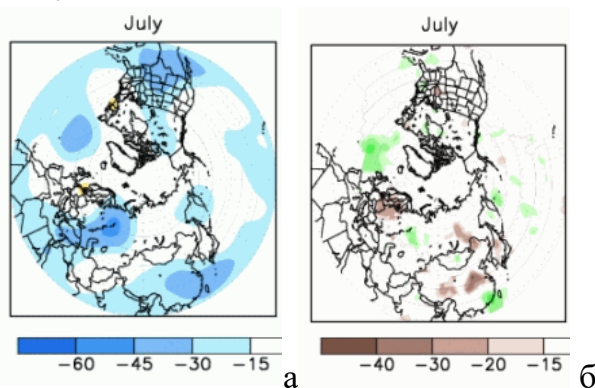


Рис. 1. Связь индекса EAWR со стандартизированными аномалиями высоты геопотенциала на уровне 500гПа (а) и осадками (б) в июле в годы положительной фазы индекса в 1950-2000 гг. (источник: <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/eawruss.shtml>)

Зональность «волновой» структуры ВА/ЗР (рис. 1а) обуславливает положительную корреляционную связь индекса EAWR (East Atlantic/Western Russia), количественно характеризующего колебание ВА/ЗР, с осадками летом в юго-восточной половине ЕТР и отрицательные коэффициенты корреляции между теми же временными рядами в северо-восточной половине ЕТР (рис. 1б). Это в частности означает, что летом уменьшение значений индекса EAWR ассоциируется с ростом

давления над ЕТР и уменьшением осадков в юго-восточной половине ЕТР. Ранее было установлено, что летом в устойчивые периоды более холодной ТПО Северной Атлантики преобладали положительные аномалии и положительные экстремальные значения ВА/ЗР, а в периоды более теплого океана - отрицательная фаза колебания и его отрицательные экстремумы [1]. В связи с чем, летом в 1950-2015 гг. в более теплые периоды Северной Атлантики по сравнению с ее более холодным периодом на юго-востоке ЕТР наблюдался существенный дефицит осадков [4], а на северо-востоке, наоборот, преобладало их избыточное количество по сравнению с климатической нормой [5].

Как показано на рисунке 2а, в летние месяцы в меридионально ориентированной полосе 37°-67° в.д. наиболее тесная статистически значимая связь индекса Тибальди–Мольтени, отражающего условия блокирования Северного полушария, отмечается с индексом EAWR. Наблюдение блокирующих событий над Восточно-Европейской равниной связано с отрицательной фазой индекса EAWR, а точнее, с годами его экстремальных отрицательных значений, для которых характерно наблюдение сравнительно небольшого количества циклонов над востоком и юго-востоком ВЕР (рис. 2б).

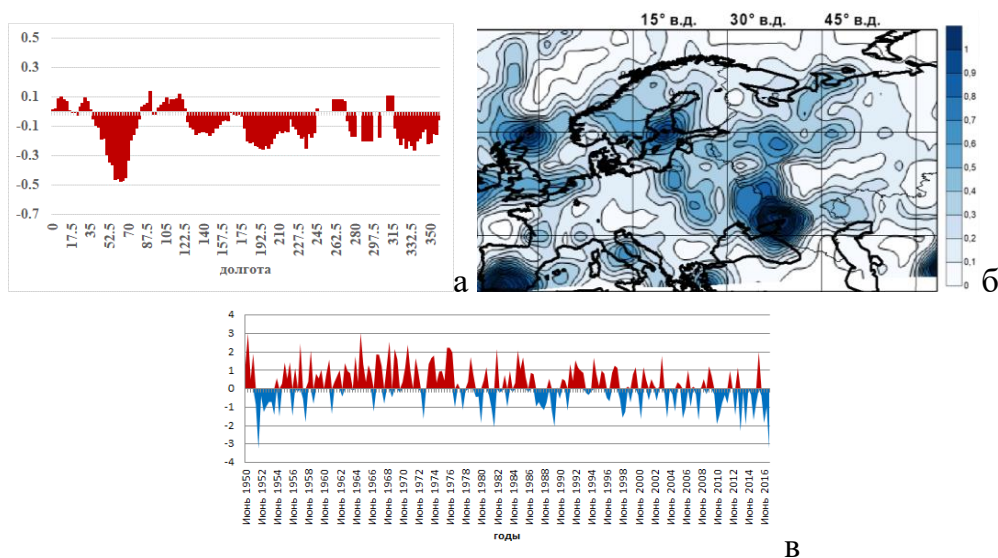


Рис.2. Корреляция индекса блокирования Tibaldi-Molteni [8] в Северном полушарии по данным реанализа NCEP/NCAR и индекса EAWR (<https://www.cpc.ncep.noaa.gov>) в августе (а), повторяемость циклонов в Европейском секторе в июне-августе в годы экстремальных отрицательных значений EAWR и междугодовая изменчивость индекса EAWR (б) в июне-августе в период 1950-2015 гг. (в)

Летом колебание ВА/ЗР проявляется на картах аномалий высотного давления менее интенсивно, чем в остальные сезоны года. Однако рост повторяемости лет его отрицательной фазы, начиная с 1990-х годов (см. рис. 2в), обусловил повышение интереса к колебанию ВА/ЗР в связи с увеличением частоты наблюдения летних засух на юге и юго-востоке ЕТР.

Таблица 1. Индекс EAWR в июне, июле, августе и в среднем за лето и 3-х месячный индекс SPI в августе, усредненный по территории 43°-55° с.ш., 45°-63° в.д. в отдельные года периода 1950-2015 гг.

год	EA/WR-6	EA/WR-7	EA/WR-8	EA/WR-6-7-8	SPI
1951	1.91	-0.86	-3.26	-0.74	-1.50
1953	-0.71	-0.71	-1.41	-0.94	-0.29
1957	2.45	-0.54	-1.81	0.03	-0.19
1972	0.91	-0.16	-1.63	-0.29	-2.25
1981	-0.34	-1.08	-2.09	-1.17	-0.64
1998	-1.56	-1.25	0.12	-0.90	-0.42
2006	-1.07	1.01	-0.97	-0.34	-0.49
2010	-1.91	-1.42	-0.77	-1.37	-2.42

Для количественной характеристики летних атмосферных засух, обусловленных дефицитом осадков, был использован 3-х месячный стандартизованный индекс осадков - Standardized Precipitation Index (SPI) [7] в августе. Согласно принципам построения индекса на основе распределения его значений с помощью функции, близкой к функции плотности вероятности Гаусса, идентифицирующие засуху значения SPI ниже -1 наблюдаются в 15.87% лет при расчете индекса в период длительностью не менее 30 лет. Алгоритм расчета индекса SPI и сравнение повторяемости засух на юге ЕТР по различным отечественным и зарубежным показателям засухи более подробно приводится в [3]. Как отображено в таблице 1 и на графиках рисунков 3а-3в, отрицательные значения SPI, сигнализирующие о недостатке осадков в среднем на всей территории юго-востока ЕТР, отмечались в те годы отрицательной фазы индекса EAWR, когда его значения были экстремальными хотя бы в один из летних месяцев.

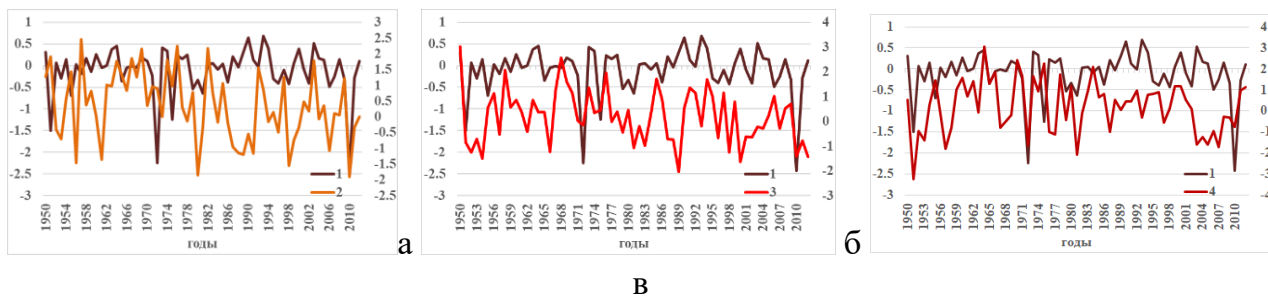
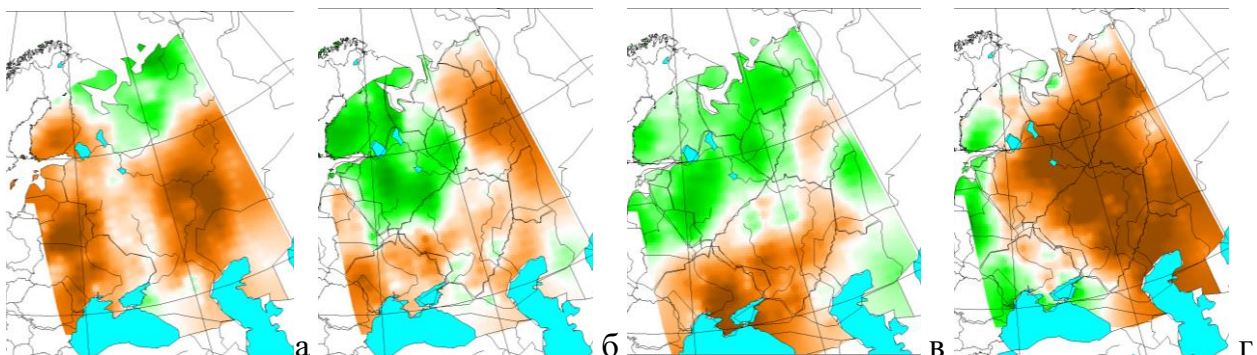


Рис. 3. Многолетняя изменчивость 3-х месячного SPI в августе на территории юго-востока ЕТР, ограниченной  $43^{\circ}$ - $55^{\circ}$  с.ш.,  $45^{\circ}$ - $63^{\circ}$  в.д. (1), и индекса EAWR в июне (2) (а), июле (3) (б) и августе (4) (в) в период 1950-2012 гг.

Необходимо отметить, что в разные годы отрицательной фазы колебания ВА/ЗР наблюдалась заметные различия географического положения основных центров действия атмосферы колебания ВА/ЗР и интенсивности аномалий давления в них, что бесспорно повлияло на региональные особенности формирования засух на ЕТР.





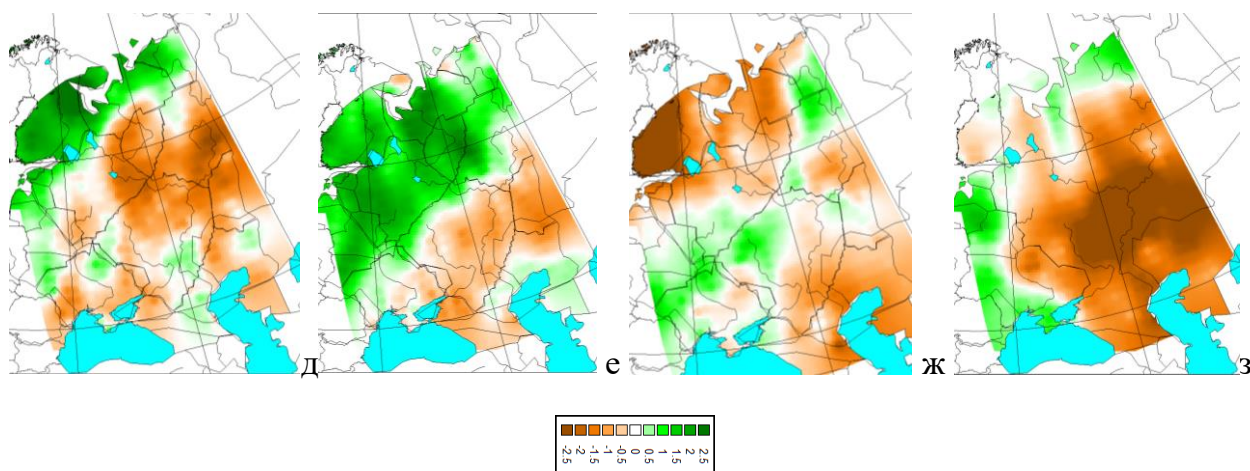


Рис. 4. Атмосферные засухи летом на юге ВЕР (южнее  $55^{\circ}$  с.ш.) и засушливые условия (севернее  $55^{\circ}$  с.ш.) в августе в 1951 (а), 1953 (б), 1957 (в), 1972 (г), 1981 (д), 1998 (е), 2006 (ж), 2010 гг. (з) по данным 3-х месячного индекса SPI. Градации оранжевого цвета обозначают засуху

Так, наиболее сильно летние засухи в 1951 г. (рис. 4а), 1972 г. (рис. 4г), 1981 (рис. 4д) и 2010 г. (рис. 4з) проявились в регионах на востоке и юго-востоке ЕТР. Эти засухи были самыми обширными и экстремальными на ЕТР в период 1950-2015 гг. Вместе с тем, кроме имеющегося условного сходства, засухи в 1972, 1981 и 2010 гг. обладают существенными различиями не только генезиса засухи, но и климатических условий, предшествующих засухе [2]. Засухи в 1957 (рис. 4в), 1998 (рис. 4е) и 2006 гг. (рис. 4ж) наблюдались в основном на юге ЕТР и были менее сильными и масштабными.

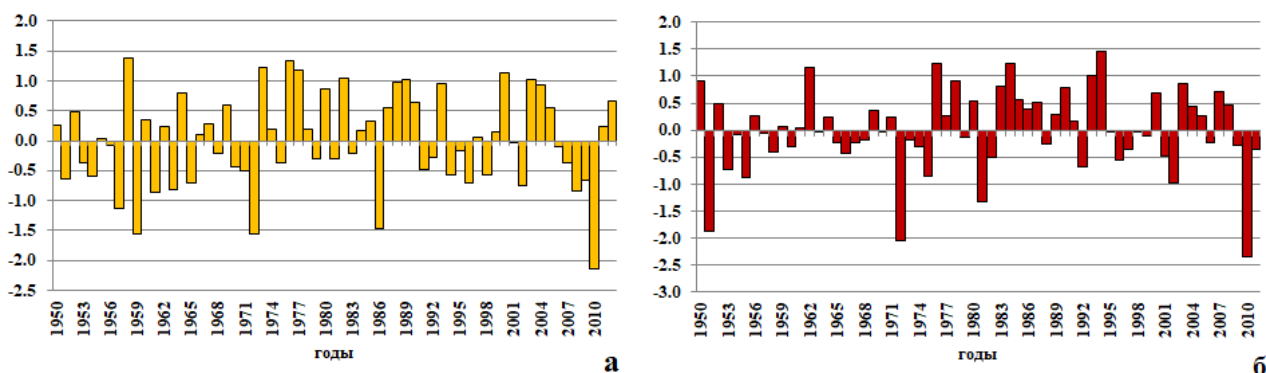


Рис. 5. Многолетние изменения 3-х месячного SPI в августе в период 1950-2012 гг. в среднем на территории бассейна Дона (а) и в восточной части бассейна Волги (б)

Как следует из анализа графиков рисунка 5, наиболее сильно на территории бассейна Дона (рис. 5а) и в восточной части бассейна Волги (рис. 5б) проявились обе экстремальные летние засухи 1972 г. и 2010 г. Вместе с тем, сильные засухи 1951 и 1981 гг. наблюдались на востоке бассейна Волги (рис. 4а и 4д), а засуха 1957 г. была более интенсивной в бассейне Дона (рис. 4в).

Таким образом, летом в период 1950-2012 гг. в отрицательную фазу колебания барических центров «Восточная Атлантика/Западная Россия» и, в особенности, при отрицательных экстремумах индекса EAWR повышалась вероятность наблюдения

сильных и обширных засух на ЕТР. Такими засухами в большей степени были охвачены регионы, расположенные на юго-востоке ЕТР.

*Исследование атмосферной циркуляции проведено при финансовой поддержке Российским фондом фундаментальных исследований (проект № 17-05-41085). Анализ засух в бассейнах Волги и Дона выполнен в рамках проекта № 18-05-00891, финансируемого Российским фондом фундаментальных исследований.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов В.А., Черенкова Е.А. Оценка влияния Атлантической Мультideкадной Осцилляции на крупномасштабную циркуляцию в Атлантическом секторе в летний сезон // Доклады Академии наук. – 2018. – Т. 478. – № 6. – С. 697-701.
2. Черенкова Е.А. Анализ особенностей обширных атмосферных засух на юге Европейской России // Аридные экосистемы. – 2012. – Т. 18. – № 4 (53). – С. 13-21.
3. Черенкова Е.А., Золотокрылин А.Н. О сравнимости некоторых количественных показателей засухи // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2016. – Т. 2. – С. 79-94.
4. Черенкова Е.А. Сезонные осадки на территории Восточно-Европейской равнины в периоды теплых и холодных аномалий температуры поверхности Северной Атлантики // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2017. – № 5. – С. 72-81.
5. Черенкова Е.А. Влияние изменений крупномасштабной атмосферной циркуляции и температуры поверхности океана на тренды летних осадков на европейском севере России по наземным и спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2018. – Т. 15. – № 5. – С. 229-238.
6. Barnston A.G. and Livezey R.E. Classification, seasonality and persistence of low - frequency atmospheric circulation patterns // Mon. Wea. Rev. – 1987. – Vol. 115. – Pp. 1083-1126.
7. McKee, T. B., N. J. Doesken, and J. Kleist, 1993: The relationship of drought frequency and duration of time scales. Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, Jan17-23. – Anaheim CA, 1993. – Pp. 179-186.
8. Tibaldi S., Molteni F. On the operational predictability of blocking // Tellus. – 1990. – 42A. – Pp. 343-365.