ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ДИНАМИКА ГЕОСИСТЕМ

УДК 551.587

БЛОКИРУЮЩИЕ АНТИЦИКЛОНЫ В ЕВРОПЕЙСКОМ РЕГИОНЕ И ИХ ИЗМЕНЧИВОСТЬ В СВЯЗИ С СОБЫТИЯМИ ЭЛЬ-НИНЬО

© 2016 г. Е.Н. Воскресенская, О.Ю. Коваленко

*Институт природно-технических систем, Севастополь, Россия
e-mail: elena_voskr@mail.ru, kovalenko_olga89@mail.ru*

Поступила в редакцию 13.10.2014 г.

В работе проведен анализ параметров блокирующих антициклонов (их количество, продолжительность и частота) в Европейском регионе, рассчитанных по данным реанализа NCEP/NCAR по сезонам за 1948–2012 гг. Показано, что максимальные величины характеристик блокирующих антициклонов отмечаются преимущественно в зимний и весенний сезоны, а минимальные – осенью. Их линейные тренды в 1948–2012 гг. характеризуются положительным знаком в зимне-весенний период и отрицательным – в летний. Рассмотрены проявления двух типов событий Эль-Ниньо, различающихся пространственно-временной динамикой, в параметрах блокирующих антициклонов и аномалиях температуры воздуха в Европейском регионе. Сопоставление выбранных типов Эль-Ниньо показало, что их проявления значимо различаются по количеству блокирующих ситуаций в осенне-зимний период и по знаку аномалий температуры воздуха – в весенне-летний.

Ключевые слова: блокирующий антициклон, аномалии температуры воздуха, изменчивость, типы Эль-Ниньо, Европейский регион.

Блокирующие антициклоны (блокинги) играют существенную роль в наблюдаемых изменениях климата. Зачастую они сопровождаются аномально высокими или низкими значениями температуры воздуха, снижением количества осадков и, как следствие, длительными засухами или устойчивыми морозами [4, 10]. Такие погодные условия негативно влияют на здоровье людей, приводят к большим экономическим потерям. Так, аномально высокие температуры воздуха летом 2010 г. на Европейской территории России, обусловленные продолжительным блокированием западного переноса, спровоцировали возникновение множества пожаров, в которых погибло около 60 человек и 2.5 тыс. семей остались без крова [12]. В соответствии с [7], дополнительная смертность населения России в июле–августе 2010 г. оценивается в 58 тыс. человек. В этой связи исследование блокингов представляет особую актуальность.

Изучение блокирующих антициклонов особенно активно проводилось на протяжении второй половины XX в. При этом особого внимания заслуживают пионерские работы [32, 33]. Их авторами дано определение блокинга, приведена климатология блокингов для Северного полушария и показано, что блокирующее явление может быть

обнаружено при условии расщепления основного западного потока в средней тропосфере на две ветви, которые должны существовать выше 45° по широте и сохраняться в течение 10 и более дней.

В настоящее время многочисленные публикации по климатологии блокирующих антициклонов Северного полушария, основанные на анализе рядов наблюдений разной продолжительности или массивов реанализа, дают общую картину распределения их типичных характеристик и изменчивости на разных временных масштабах. В работах [8, 14, 15, 26, 39] по данным различной продолжительности установлено, что максимум частоты блокирующих антициклонов в Северном полушарии отмечается в восточной Атлантике и Европе, а вторичный максимум – над Тихим океаном. Для всего Северного полушария не отмечено значимых трендов среднегодовых характеристик блокингов [14, 39]. В то же время в период с 1948 по 2002 г. показано уменьшение количества дней с блокирующими условиями в Европейском и Атлантическом секторах на 17.6 и 21.2% соответственно [14]. В связи с наличием противоречивых выводов возникает сложность сравнения полученных разными авторами результатов из-за

использования в их работах как различных данных, так и методик определения блокингов. Одни методики основаны на использовании индексов зонального потока [22, 24, 27, 38], другие определяют блокирующие явления как аномалии высоты геопотенциала в средней тропосфере, сохраняющиеся в течение нескольких дней [4, 5], или как меридиональный градиент потенциальной температуры воздуха на поверхности потенциальной завихренности [29].

Наиболее часто в исследованиях используется методика расчета индекса Тибалди и Молтени (далее – ТМ90) [37], которая неоднократно сопоставлялась с другими подходами [13, 29, 35]. Так, в [29] приводится анализ сравнения динамического индекса, основанного на потенциальной температуре воздуха PV-Θ, и стандартного индекса ТМ90. Авторами сделан вывод о том, что индекс PV-Θ обнаруживает больше локальных мгновенных блокингов, чем индекс ТМ90. Двумерный индекс ТМ90 и два динамических индекса, основанных на вертикально-усредненной потенциальной завихренности, анализировались в [35] по 45-летним (1958–2002 гг.) данным реанализа ERA-40 для зимнего сезона. Их сопоставление выявило различия в распределении частоты блокингов по пространству и времени, что, по мнению авторов этой работы, объясняется использованием разных методик и переменных. В [13] рассмотрены методы определения частоты блокингов в Северном полушарии за 43-летний (1958–2000 гг.) период по данным реанализа ERA-40, используя индексы геопотенциальной высоты Z500, потенциальной температуры PV-Θ и зонального ветра u500, предложенные в [37], [29] и [34], соответственно. Показано, что частота блокирующих антициклонов, полученная с использованием трех разных атмосферных полей, приводит к схожим результатам. Таким образом, индекс ТМ90 – широко известный в литературе и апробированный во множестве работ, однако сравнение его с другими индексами показывает лишь небольшие пространственно-временные различия, что связано с использованием различных методик и переменных. Одна из модификаций индекса ТМ90 будет использована в настоящей работе для определения блокингов.

В последние десятилетия появились работы, посвященные изучению межгодовой изменчивости блокингов, обусловленной влиянием Эль-Ниньо – Южным колебанием (ЭНЮК) [25, 39]. Напомним, что событие Эль-Ниньо – Южное колебание характеризуется теплой и холодной фазами (Эль-Ниньо и Ла-Нинья соответственно) [19, 28, 31, 40]. При этом Эль-Ниньо (ЭН) сопро-

вождается аномальным повышением температуры поверхностного слоя воды в экваториальной зоне Тихого океана, а Ла-Нинья (ЛН) – ее аномальным понижением. Влияние этого события на формирование погодно-климатических аномалий носит глобальный характер. Аномалии климата в разных регионах Земного шара обеспечиваются посредством дальнедействующих связей в системе океан–атмосфера. В статье [31] показано, что теплая фаза ЭНЮК характеризуется уменьшением количества блокирующих явлений зимой в Тихоокеанском регионе. Авторы работ [14, 39] отмечают уменьшение количества дней с блокингами и интенсивности в годы ЭН. В указанных работах приводится анализ различий блокирующей активности во все годы наблюдавшихся событий ЭН и ЛН. При этом не учитывался тот факт, что события ЭНЮК различаются по интенсивности и продолжительности, а также по времени начала формирования аномалий. Это обуславливает различия их региональных проявлений. Для учета индивидуальных особенностей ЭН в работах [21, 40] все такие события разделены на два–три типа и показаны особенности их проявления в поле приземного давления Атлантико-Европейского региона [3] и в аномалиях температуры воздуха в Черноморском регионе [2]. При этом проявления разных типов событий ЭН в характеристиках блокирования в Европейском регионе недостаточно изучены.

Цель настоящей работы – анализ пространственного распределения типичных характеристик блокирующих антициклонов в Европейском регионе, их изменений за период 1948–2012 гг., а также оценка влияния разных типов событий Эль-Ниньо на параметры блокирующих антициклонов и аномалии температуры воздуха в Европейском регионе.

Данные и методика. В настоящей работе использовались следующие данные:

- ежедневные данные о геопотенциальной высоте 500 гПа из глобального реанализа NCEP/NCAR на равномерной пространственной сетке $2.5 \times 2.5^\circ$ для Европейского региона, ограниченного координатами $40\text{--}75^\circ$ с.ш., $0\text{--}60^\circ$ в.д., за период 1948–2012 гг.;

- ежедневные данные о средней температуре воздуха на гидрометеорологических станциях Крыма (Феодосия, Симферополь) из массива данных ECA&D [18] за период 1897–2012 гг.

Для расчета количества блокирующих антициклонов, их продолжительности и частоты применен индекс ТМ90, модифицированный в [35]. Главное достоинство выбранного индекса – дву-

мерное отображение характеристик рассматриваемых явлений. Основная конструкция данного индекса заключается в использовании двух градиентов геопотенциальной высоты:

$$\text{GHGS} = \frac{Z(\varphi_0) - Z(\varphi_S)}{\varphi_0 - \varphi_S}, \quad \text{GHGN} = \frac{Z(\varphi_N) - Z(\varphi_0)}{\varphi_N - \varphi_0},$$

где Z – геопотенциальная высота на поверхности 500 гПа; φ_0 – центральная широта; φ_N – северная широта; φ_S – южная широта.

Градиент GHGS служит мерой интенсивности зонального потока в каждой точке долготы, при этом градиент GHGN исключает неблокирующие потоки [14]. Оба градиента рассчитывались в узлах равномерной сетки. Каждая широта принималась центральной, разность между ней и северной (южной) широтой составляет 15° широты.

Под блокирующим антициклоном понимались случаи, когда для не менее трех последовательных долготных узлов сетки в течение 5 дней и более сохранялись следующие условия: $\text{GHGS} > 0$ и $\text{GHGN} < -10 \text{ м}^\circ$ широты.

Используя приведенную методику, были рассчитаны количество блокингов, их продолжительность и частота в каждом узле сетки. Под частотой понимается отношение суммарного количества дней с условиями блокирования в заданном узле сетки к общему количеству рассмотренных дней. Данная величина является безразмерной. Однако некоторым авторам, например [13, 35], удобнее выражать частоту блокингов в процентах. На этой основе получены пространственные распределения стандартных статистических характеристик (среднее, коэффициент линейного тренда) параметров блокингов по сезонам. Значимость линейных трендов оценивалась по критерию Стьюдента.

Для оценки влияния разных типов ЭН на блокирующие антициклоны за период 1948–2012 гг. использовались результаты ранее проведенной объективной классификации по двум параметрам: индексу ЭН (аномалии температуры поверхности океана в районе NINO-3.4 Тихого океана) и индексу Южного колебания (нормированная разность приземного атмосферного давления между о-вом Таити и п-овом Дарвин (Австралия)). В результате кластерного анализа массивов данных за 133 года (1856–2008 гг.) выделено три типа событий: весенний, летне-осенний короткоживущий и летне-осенний продолжительный. Подробное описание проведенной классификации приведено в [2]. Основные характеристики указанных типов ЭН представлены в таблице.

В настоящей работе за рассматриваемый 65-летний (1948–2012 гг.) период первые два типа

Таблица. Типичные характеристики событий Эль-Ниньо

Характеристики	Весенний тип	Летне-осенний короткоживущий тип	Летне-осенний продолжительный тип
Начало	апрель	июль	сентябрь
Максимальная аномалия ТПО в районе Nino-3.4	+1.85 °C	+1.24 °C	+1.26 °C
Продолжительность	12 мес.	9 мес.	20 мес.

ЭН отмечались 8 и 7 раз соответственно, третий тип – лишь дважды. Поэтому мы ограничились анализом композитов изменений параметров блокирующих антициклонов, обусловленных только первыми двумя типами ЭН. Подтверждение статистически значимых проявлений анализируемых типов событий ЭН в характеристиках блокингов оценивалось косвенно на примере 116-летних рядов аномалий температуры воздуха в Крыму. Это обусловлено тем, что блокирующие антициклоны охватывают большие территории и часто связаны с формированием экстремальных погодных условий, в том числе и температуры воздуха в разных частях Европейского региона [38]. При этом первый тип ЭН наблюдался 9, а второй – 11 раз. Значимость композитов оценивалась по критерию Стьюдента.

Результаты. На первом этапе исследования были получены усредненные по пространству типичные климатические величины характеристик блокирующих антициклонов в Европейском регионе за период 1948–2012 гг. Получено, что максимальное суммарное количество случаев с блокингами за анализируемый период, составившее 271 случай, отмечается в летний сезон, а минимальное, 213 случаев, – осенью. Причем эта величина достигает 248 случаев весной и 219 – зимой. Средняя продолжительность блокирования составляет от 5.4 суток осенью до 6.2 весной. Средняя частота блокингов достигает своей максимальной величины летом (0.02), при этом ее минимум характерен для осеннего сезона (0.01). Отметим, что полученное сезонное распределение параметров блокирующих антициклонов согласуется с результатами более ранних исследований для Атлантико-Европейского региона [1, 4, 14, 39], где также выделен максимум в зимне-весенний период, но есть количественные различия. Так, в [14] по 55-летним данным

Рис. 1. Средняя частота блокирующих антициклонов в Европейском регионе за период 1948–2012 гг.

реанализа NCEP/NCAR средняя продолжительность рассматриваемых явлений в Европейском регионе изменяется от 8.3 суток летом до 10.2 зимой, а в [39] по 40-летним данным реанализа NCEP/NCAR – от 9 суток летом до 17 весной.

На рис. 1 видно, что во внутригодовом ходе (от зимних месяцев к летним) границы областей с максимальной частотой исследуемых явлений в Европейском регионе смещаются в восточном направлении. Так, зимой область максимальной частоты блокингов, достигающей 0.07, приурочена к области Скандинавского п-ова, при этом минимальные величины характерны для центра и восточной части Европы. Подобный результат получен в [35], где по 45-летним данным обнаружен зимний максимум частоты блокирующих антициклонов над югом Скандинавии. Весной область максимума частоты смещается к центру Европы и достигает 0.08. Летом и осенью значения максимальных частот блокингов уменьшаются до величин 0.06 и 0.04, при этом их положение локализуется в северных и северо-восточных районах. Подобное смещение областей максимальных величин для суммарной продолжительности бло-

кирующих явлений по сезонам за период 1951–1980 гг. отмечалось в [4]. Полученные результаты также согласуются с [29], где отмечается, что летом и осенью центры блокингов расположены над Европой около 20° в. д., при этом зимой область максимальной активности расширяется, а весной она смещается на Атлантику до ~15° з. д. В ходе пространственного анализа характеристик блокирующих антициклонов обнаружено, что области с максимальной частотой блокингов совпадают с районами их максимальной продолжительности и количества, что согласуется с результатами работы [5].

Рассмотрение долгосрочных изменений частоты блокирующих антициклонов в Европейском регионе по сезонам, представленных на рис. 2, показало следующее. Для зимнего сезона характерны статистически значимые (на 95% уровне) положительные линейные тренды анализируемой величины, достигающие 1.2×10^{-3} /год на севере Европы, за исключением небольших областей значимых отрицательных трендов на ее юго-западе и юго-востоке. Вместе с тем, в работах [14, 39] линейные тренды числа дней с блокингами для

Рис. 2. Коэффициенты линейных трендов частоты ($\times 10^{-3}/\text{год}$) блокирующих антициклонов по сезонам за период 1948–2012 гг.

Знаком плюс выделены узлы сетки со значимыми на 95% уровне величинами.

Европейского региона незначимы во все сезоны. При этом в статье [17] выделены значимые положительные линейные тренды частоты блокингов в зимний сезон над Скандинавским п-овом и менее выраженные тенденции осенью над Атлантико-Европейским регионом. В модельном исследовании [27] также обнаружены положительные тенденции частоты анализируемых явлений зимой в Атлантико-Европейском регионе.

В весенний сезон положительные тренды частоты блокингов отмечаются на юго-востоке исследуемого региона, их величины колеблются от $0.4 \times 10^{-3}/\text{год}$ до $0.9 \times 10^{-3}/\text{год}$, а отрицательные тренды – на севере и юго-западе – составляют $0.8 \times 10^{-3}/\text{год}$. Для летнего сезона типичны отрицательные тренды частоты блокирующих антициклонов на большей части изучаемого региона с величинами в его центральной части, достигающими $-0.8 \times 10^{-3}/\text{год}$. Осенью в поле линейных трендов частоты блокингов отмечается лишь небольшое количество значимых величин коэффициентов, в частности, на северо-востоке

и юго-востоке Европы наблюдаются положительные значения трендов порядка $0.5 \times 10^{-3}/\text{год}$, а в Арктическом секторе – отрицательные, достигающие $-0.5 \times 10^{-3}/\text{год}$.

Следствием такого увеличения активности блокингов в зимне-весенний период на севере Европы может являться рост числа экстремальных температур [23] и сокращение площади морских льдов в Арктике [16]. При этом авторами работ [20, 36] по 34-летним данным отмечено уменьшение площади морского льда, связанное с ослаблением зонального потока в зимний период. В ходе модельных исследований, выполненных в [11, 30], проанализировано влияние сокращения площади морских льдов на климат и обнаружен рост частоты блокингов зимой к югу от Баренцева моря.

Рассмотрим особенности проявления в блокирующих антициклонах квазипериодической изменчивости разных масштабов в системе океан–атмосфера. Из литературных источников [3, 6, 9, 14, 19, 39] известно, что межгодовые изменения

Рис. 3. Композиты количества блокирующих антициклонов в Европейском регионе для весеннего (ВЕС) и летне-осеннего короткоживущего (ЛОК) типов ЭН в “+1” год и среднеклиматические величины (СР).

Планки погрешностей соответствуют 90% уровню значимости.

Рис. 4. Аномалии температуры воздуха (°C) в Крыму для весеннего (ВЕС) и летне-осеннего короткоживущего (ЛОК) типов событий Эль-Ниньо в “+1” год и среднеклиматические величины (СР).

Планки погрешностей соответствуют 90% уровню значимости.

климатических характеристик (температура воздуха, осадки, параметры циклонов и блокирующих антициклонов) связаны с одним из основных глобальных климатических сигналов – ЭНЮК. В приведенных публикациях обнаружено, что в Атлантико-Европейском регионе наиболее заметные отклики гидрометеорологических полей на события ЭНЮК типичны для зимнего и весеннего сезонов на следующий год после его наступления (“+1” год). При этом отмечается уменьшение блокирующей активности в теплую фазу ЭНЮК, т.е. Эль-Ниньо [14, 31, 39]. Однако в этих работах анализировались изменения блокирующих ситуаций, обусловленные теплой и холодной фазами ЭНЮК.

Проведенный в настоящем исследовании композитный анализ параметров блокирующих

антициклонов, усредненных по пространству, в Европейском регионе для разных типов событий ЭН в “+1” год и относительно среднеклиматических величин за период 1948–2012 гг. по сезонам показал следующее. Статистически значимые различия композитов характерны для одного параметра – количества блокингов, особенно в зимний и осенний сезоны. Соответствующие композиты количества блокингов представлены на рис. 3. Первый тип ЭН в “+1” год отличается от второго увеличением на 25% исследуемой величины в зимний сезон и ее уменьшением на 23% осенью. Анализ различий количества блокирующих антициклонов в каждый из типов ЭН относительно среднеклиматических величин показал их статистически значимое уменьшение в “+1” год при первом типе ЭН на 16% осенью, а при втором типе на 28% в зимний сезон.

Композитный график аномалий температуры воздуха с учетом разных типов событий ЭН и среднеклиматических величин представлен на рис. 4. Сопоставление проявлений двух типов ЭН показал наличие противоположных по знаку аномалий во все месяцы, за исключением зимних. При этом первый тип ЭН в “+1” год отличается от второго увеличением в 2 раза величины аномалий в зимне-весенний период и соответствующим уменьшением в летние месяцы. На фоне среднеклиматических величин первый и второй типы ЭН в “+1” год характеризуются ростом аномалий температуры воздуха в 7 и 4 раза в весенние месяцы, соответственно. Полученные результаты качественно согласуются с выводами работы [2], где по 153-летним данным были обнаружены противоположные по знаку аномалии температуры воздуха в разные типы событий ЭН для Черноморского региона.

Обнаруженные особенности проявлений разных типов событий ЭН в параметрах блокирующих антициклонов и аномалиях температуры воздуха для Европейского региона подчеркивают важность учета типов ЭН при изучении региональных проявлений этого явления.

Заключение. Исследование климатических характеристик блокирующих антициклонов в Европейском регионе по сезонам за 1948–2012 гг. показало, что активность блокингов максимальна в зимне-весенний период, а минимальна – осенью.

Средняя частота блокирующих антициклонов в анализируемый период значимо увеличивается в зимний и весенний сезоны преимущественно по всему Европейскому региону, а летом уменьшается в центральной его части.

Наблюдаемые тенденции изменений активности блокирующих антициклонов происходят на фоне глобальных климатических процессов, в частности, явления Эль-Ниньо – Южное колебание на межгодовом масштабе. Анализ проявлений двух типов событий Эль-Ниньо в параметрах блокингов за период 1948–2012 гг. показал наличие значимых различий в зимний и осенний сезоны. Первый тип ЭН в “+1” год отличается от второго увеличением количества блокингов на 25% в зимний сезон и их уменьшением на 23% осенью. Статистически значимые различия выявленных типов событий получены с использованием 116-летних рядов аномалий температуры воздуха в Крыму как характеристики, тесно связанной с блокирующими ситуациями. Обнаружено, что проявления двух типов событий Эль-Ниньо в аномалиях температуры воздуха значимо различаются по знаку и величине в весенний и летний сезоны.

Таким образом, обнаруженные особенности разных типов событий Эль-Ниньо подчеркивают важность их учета при изучении региональных проявлений этого явления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бардин М.Ю. Статистический анализ эпизодов квазистационарной антициклонической циркуляции в Атлантико-Европейском регионе и их вклада в изменчивость сезонной температуры воздуха Восточной Европы и Черноморского региона // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа. 2005. Вып. 13. С. 335–343.
2. Воскресенская Е.Н., Михайлова Н.В. Классификация событий Эль-Ниньо и погодно-климатические аномалии в Черноморском регионе // Докл. НАН Украины. 2010. № 3. С. 124–130.
3. Воскресенская Е.Н., Михайлова Н.В. Эль-Ниньо разных типов и особенности их проявления в Атлантико-Европейском регионе // Системы контроля окружающей среды. 2006. С. 307–310.
4. Груза Г.В., Коровкина Л.В. Климатический мониторинг процессов блокирования западного переноса в Северном полушарии // Метеорология и гидрология. 1991. № 8. С. 11–18.
5. Груза Г.В., Коровкина Л.В. Сезонные особенности пространственного распределения индексов блокирования в Северном полушарии // Метеорология и гидрология. 1991. № 3. С. 108–110.
6. Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Клещенко Л.К., Аристова Л.Н. О связи климатических аномалий на территории России с явлением Эль-Ниньо – Южное колебание // Метеорология и гидрология. 1999. № 5. С. 32–51.
7. Мохов И.И. Особенности формирования летней жары 2010 г. на европейской территории России в контексте общих изменений климата и его аномалий // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2011. Вып. 47. № 6. С. 653–660.
8. Мохов И.И., Акперов М.Г., Прокофьева М.А., Тимажеев А.В., Лупо А.Р., Ле Трет Э. Блокинг в Северном полушарии и евро-атлантическом регионе: оценки изменений по данным реанализа и модельным расчетам // ДАН. 2013. Т. 449. № 5. С. 582–586.
9. Мохов И.И., Тимажеев А.В. Климатические аномалии в регионах Евразии: эффекты явлений Эль-Ниньо/Ла-Нинья // ДАН. 2013. Т. 453. № 2. С. 211–214.
10. Обухов А.М., Курганский М.В., Татарская М.С. Динамические условия возникновения засух и других крупномасштабных погодных аномалий // Метеорология и гидрология. 1984. № 10. С. 5–13.
11. Семенов В.А., Мохов И.И., Латиф М. Влияние температуры поверхности океана и границ морского льда на изменение регионального климата в Евразии за последние десятилетия // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2012. Т. 48. № 4. С. 403–421.
12. Шакина Н.П., Иванова А.Р., Бирман Б.А., Скриптунова Е.Н. Сравнение динамических характеристик блокирующего антициклона лета 2010 г. с более ранними эпизодами // Анализ условий аномальной погоды на территории России летом 2010 г. 2011. С. 65–71.
13. Barnes E.A., Slingo J., and Woollings T. A methodology for the comparison of blocking climatologies across indices, models and climate scenarios // Climate dynamics. 2012. No. 38. P. 2467–2481.
14. Barriopedro D., García-Herrera R., Lupo A., and Hernández E. A Climatology of Northern Hemisphere Blocking // J. of Climate. 2006. Vol. 19. P. 1042–1063.
15. Cheung H.N., Zhou W., Mok H.Y., Wu M.C., and Shao Y. Revisiting the climatology of atmospheric blocking in the Northern Hemisphere // Advance Atmospheric Science. 2012. No. 30. P. 397–410. doi:10.1007/s00376-012-2006-y.
16. Cohen J., Screen J.A., Furtado J.C., Barlow M., Whittleston D., Coumou D., Francis J., Dethloff K., Entekhabi D., Overland J., and Jones J. Recent Arctic amplification and extreme mid-latitude weather // Nature Geoscience. 2014. Vol. 7. P. 627–637. doi:10.1038/ngeo2234.
17. Croci-Maspoli M., Schwierz C., and Davies H. A multifaceted climatology of atmospheric blocking and its recent linear trend // J. of climate. 2007b. Vol. 20. No. 4. P. 633–649.
18. European climate assessment and Dataset: <http://eca.knmi.nl/>

19. *Fraedrich K.* Climate anomalies in Europe associated with ENSO extremes // *International Journal of Climatology*. 1992. No. 12. P. 25–31.
20. *Francis J.A. and Vavrus S.J.* Evidence linking Arctic amplification to extreme weather in mid-latitudes // *Geophysical Research Letters*. 2012. Vol. 39. L06801. doi:10.1029/2012GL051000.
21. *Horii T.A.* Relationship between timing of El Nino onset and subsequent evolution // *Geophysical Research Letters*. 2004. Vol. 31. P. 1634–1648.
22. *Hakkinen S., Rhines P.B., and Worthen D.L.* Atmospheric blocking and Atlantic multidecadal ocean variability // *American Association for the Advancement of Science*. 2011. Vol. 334. P. 655–659. doi: 10.1126/science.1205683.
23. IPCC, 2013: Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press. 1535 pp.
24. *Lejenas H. and Okland H.* Characteristics of Northern Hemisphere blocking as determined from a long series of observational data // *Tellus*. 1983. Vol. 35A. P. 350–362.
25. *Lupo A.R., Clark J.V., Hendin A., Kelly A., Mihalka K., Perrin B., Puricelli K., and Kelley A.* The global increase in blocking occurrences // *The 20th Conference on Global Climate Change*. 88th Annual Meeting of the American Meteorological Society. 2008.
26. *Mokhov I.I. and Tikhonova E.A.* Atmospheric blocking characteristics in the Northern Hemisphere: Diagnostics of changes // *Research Activities in Atmospheric and Oceanic Modelling*. WMO/TD. 2000. No. 987. P. 2.20–2.21.
27. *Mokhov I.I., Timazhev A.V., and Lupo A.R.* Changes in atmospheric blocking characteristics within Euro-Atlantic region and Northern Hemisphere as a whole in the 21st century from model simulations using RCP anthropogenic scenarios // *Global and Planetary Change*. 2014. Vol. 122. P. 265–270.
28. *Neelin J.D.* Variations in ENSO phase locking // *Journal of Climate*. 2000. Vol. 13. P. 2570–2590.
29. *Pelly J.L. and Hoskins B.J.* A New Perspective on Blocking // *J. of Atmospheric Science*. 2003. № 60. P. 743–755.
30. *Petoukhov V. and Semenov V.A.* A link between reduced Barents-Kara sea ice and cold winter extremes over northern continents // *J. of Geophysical Research*. 2010. Vol. 115. D21111. doi:10.1029/2009JD013568.
31. *Renwick J.A. and Wallace J.M.* Relationships between North Pacific wintertime blocking, El Niño, and the PNA pattern // *Monthly Weather Review*. 1996. Vol. 124. P. 2071–2076.
32. *Rex D.F.* Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate. Pt I: An aerological study of blocking action // *Tellus*. 1950a. No. 2. P. 196–211.
33. *Rex D.F.* Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate. Part II: The climatology of blocking action // *Tellus*. 1950b. No. 2. P. 275–301.
34. *Scaife A.A., Woollings T., Knight J., Martin G., and Hinto T.* Atmospheric blocking and mean biases in climate models // *J. of climate*. 2010. No. 23. P. 6143–6152.
35. *Scherrer S., Croci-Maspoli M., Schwierz C., and Appenzeller C.* Two-dimensional indices of atmospheric blocking and their statistical relationship with winter climate patterns in the Euro-Atlantic region // *Intern. J. of Climatology*. 2006. No. 26. P. 233–249.
36. *Screen J.A.* Influence of Arctic sea ice on European summer precipitation // *Environmental Research Letters*. 2013. Vol. 8. 044015. doi:10.1088/1748-9326/8/4/044015.
37. *Tibaldi S. and Molteni F.* On the operational predictability of blocking // *Tellus*. 1990. No. 42A. P. 343–365.
38. *Trigo R.M., Trigo I.M., DaCamara C.C., and Osborn T.J.* Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR Reanalyses // *Climate Dynamics*. 2004. Vol. 23. No. 1. P. 17–28.
39. *Wiedenmann J.M., Lupo A.R., Mokhov I.I., and Tikhonova E.A.* The climatology of blocking anticyclones for the Northern and Southern Hemispheres: block intensity as a diagnostic // *J. of Climate*. 2002. Vol. 15. No. 23. P. 3459–3473.
40. *Xu J.* The role of the Asian-Australian monsoon system in the onset time of El-Nino events // *J. of Climate*. 2001. Vol. 14. P. 418–433.

Blocking Anticyclones in the European Region and Their Variability Associated with El Nino Events

E.N. Voskresenskaya and O.Yu. Kovalenko

*Institute of natural and technical systems, Sevastopol,
Russia e-mail: elena_voskr@mail.ru, kovalenko_olga89@mail.ru*

Parameters of blocking anticyclones (their number, duration and frequency) in the European region, calculated by NCEP/NCAR re-analysis data by seasons for 1948–2012, were analyzed. It is shown that the maximal intensity of blocking anticyclones are observed mainly in winter and spring, and the minimum intensity – in autumn. Their linear trends in 1948–2012 are characterized by positive sign in winter-spring period and negative in summer. Change of parameters of blocking anticyclones and air temperature anomalies in the European region associated with two El Nino types (differentiated by spatial and temporal dynamics) are analyzed. Comparison of analyzed El Nino types shows that their manifestations are different significantly by the number of blocking events in autumn-winter, and by the sign of air temperature anomalies in spring-summer.

Keywords: blocking anticyclone, air temperature anomalies, variability, El Nino types, the European region.

doi:10.15356/0373-2444-2016-1-49-57