

Физическая география и геоэкология

УДК 551.465

DOI: <https://doi.org/10.26456/2226-7719-2019-4-43-56>

О ПРИЧИНАХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СКОРОСТИ ВЕТРА В РАЙОНЕ БЕЛОГО МОРЯ*

И.В. Серых¹, А.В. Толстикова²

¹ Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия

² Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск, Россия

Исследована межгодовая изменчивость скорости ветра в районе Белого моря за период с 1950 по 2018 г. Выявлены изменения с периодами близкими к периодам Эль-Ниньо – Южного колебания (2-6 лет) и Северо-Атлантического колебания (7-9 лет). Показано влияние этих колебаний на межгодовую изменчивость скорости ветра в районе Белого моря и найдены периоды их синхронизации и рассинхронизации. Высказана гипотеза о роли Глобальной атмосферной осцилляции в качестве синхронизирующего звена между тропиками Тихого океана, Северной Атлантикой и районом Белого моря.

Ключевые слова: Белое море, скорость ветра, климатическая изменчивость, Эль-Ниньо – Южное колебание, Северо-Атлантическое колебание, Глобальная атмосферная осцилляция.

Введение

Белое море полностью входит в территориальные воды Российской Федерации, поэтому представляет особую важность для экономики нашей страны. Оно активно используется для морского транспорта, рыболовства, рыбководства, рекреации. Изучение изменчивости физических и биогеохимических процессов в Белом море необходимо для развития Северного экономического района.

Над акваторией Белого моря в течение года преобладают воздушные массы, приходящие из Северной Атлантики. Они

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-05-01053 «Исследование гидрометеорологического и гидродинамического режимов Белого моря по данным спутниковой альтиметрии».

обуславливают достаточно теплую продолжительную зиму, прохладное короткое лето, при значительной облачности, высокой влажности воздуха, значительном количестве осадков. Характерна частая смена воздушных масс в течение года, вторжения арктического воздуха. Интенсивная циклоническая деятельность, относительно быстрая смена синоптических процессов выражены в заметной изменчивости значений метеорологических величин (Климат Карелии..., 2004). Анализ воздействия изменчивости климата на процессы в Белом море приведен, например, в (Климат Карелии..., 2004; Белое море..., 2007; Система..., 2010; Толстиков, 2016).

В течение всего года в 71% случаев погода обусловлена действием циклонических полей атмосферного давления (Система..., 2010). В результате, в районе Белого моря преобладают области пониженного давления. Зимой это выражается в усилении ветра, потеплении и частых осадках в виде мокрого снега. Количество циклонов снижается лишь поздней весной, а повторяемость антициклонов увеличивается в теплый период года. Осенью снова количество циклонов начинает преобладать. Это также выражается в усилении ветра и увеличении количества осадков. Безусловно, на скорость и направление ветров, помимо барических образований, влияют и местные особенности отдельных районов Белого моря: ориентированность форм рельефа, изрезанность береговой линии. Так, зимой в Кандалакшском заливе чаще, по сравнению с другими районами, наблюдается северо-западный ветер, а в остальных крупных заливах нередко отмечается юго-восточный (Система..., 2010). Летом направление ветра сменяется на противоположное. В этом проявляется так называемая "муссонная тенденция" Белого моря, выраженная благодаря своему окраинному положению на материке (Климат Карелии..., 2004). В целом, над акваторией Белого моря с сентября по март преобладают ветры южных, юго-западных и западных румбов (осенне-зимняя тенденция), а с апреля по август – северные, северо-восточные и восточные ветры (весенне-летняя тенденция) (Толстиков, 2016).

Таким образом, исследование связей скорости ветра в районе Белого моря с крупномасштабными модами климатической изменчивости представляет собой важную задачу, решению которой и посвящена данная статья.

Данные и методика

Использованы среднемесячные данные зональной (U) и меридиональной (V) компонент скорости ветра из реанализов: NCEP/NCAR на уровне 99.5% атмосферного давления у поверхности (приблизительно 42 метра от поверхности) за период 1950-2018 гг. (Kalnay et al., 1996), и NCEP-DOE на высоте 10 метров от поверхности за период 1980-2018 гг. (Kanamitsu et al., 2002).

Поскольку в данной статье основное внимание уделено рассмотрению связей с крупномасштабными и даже планетарными модами климатической изменчивости, то производилось осреднение данных для всего района Белого моря (64° - 68° с.ш.; 33° - 44° в.д.).

Скорости ветра в районе Белого моря присущ сильный сезонный ход. Поэтому для анализа межгодовых изменений сезонный ход был исключен из рассмотрения. Для этого в каждом узле сетки рассчитывался средний сезонный ход за рассматриваемый период, который затем вычитался из исходных данных для получения аномалий относительно сезонного хода.

По среднемесячным аномалиям методом наименьших квадратов рассчитывались: линейные тренды изменения средней скорости ветра в выбранном районе за исследуемый период, накопленные суммы рядов аномалий после удаления линейного тренда, средние значения аномалий отдельно для каждого теплого (май-октябрь) и холодного (ноябрь-апрель) полугодия всего исследуемого периода.

Нормирование исследуемых рядов производилось на их среднеквадратическое отклонение, рассчитанное за весь рассматриваемый период. Для сглаживания и полосовой фильтрации рядов применялся фильтр Баттерворта. Вейвлетное преобразование производилось с применением вейвлетной функции Морле (Torrence and Compo, 1998). Для вейвлетных кросс-корреляций двух рядов вычислялись произведения их вейвлетных вещественных компонент (Torrence and Webster, 1999; Вакуленко и др., 2018).

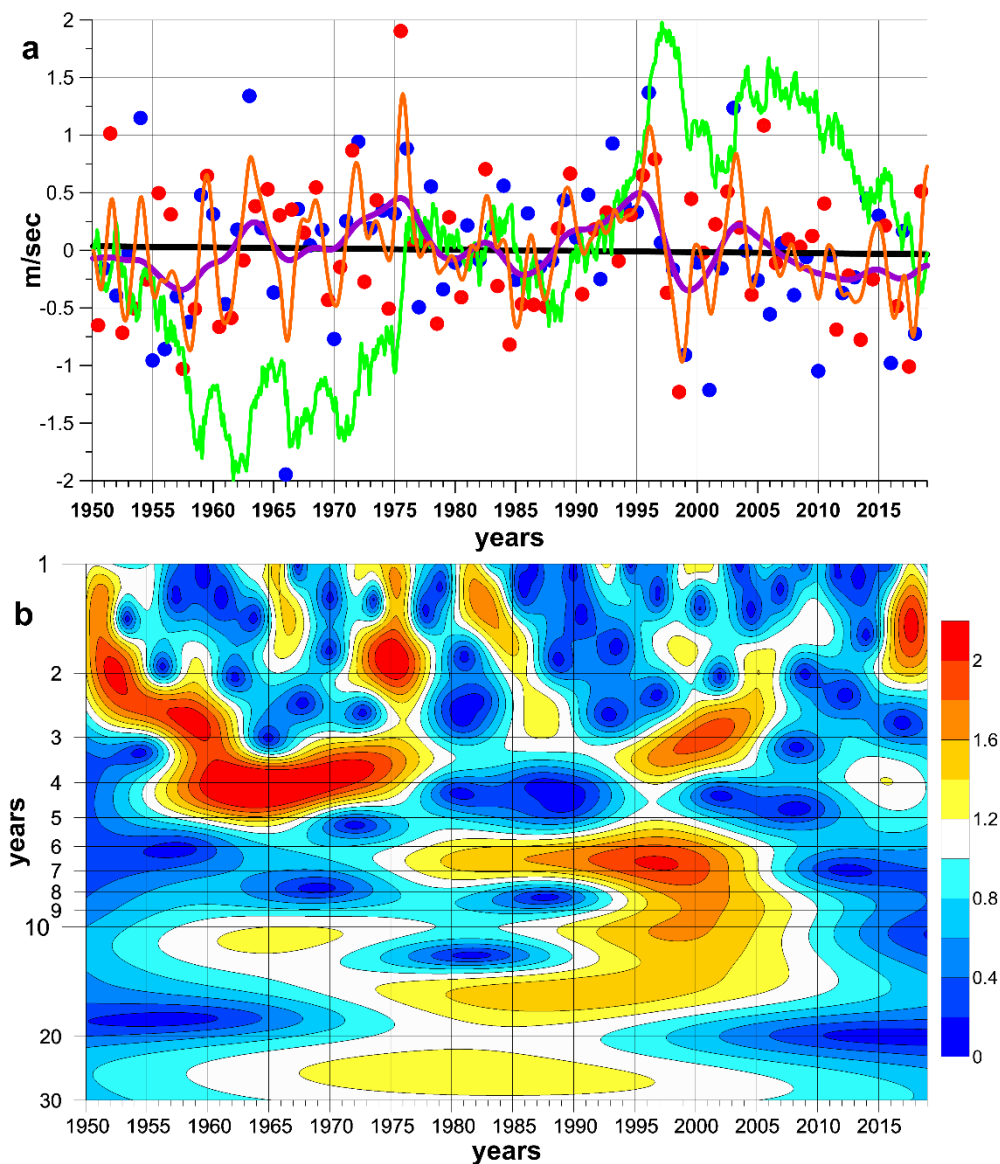
Океанический индекс Эль-Ниньо (ONI), рассчитанный как 3-месячное скользящее среднее аномалий температуры поверхности океана в регионе Niño 3.4 (5° с.ш.- 5° ю.ш., 120° - 170° з.д.), по данным ERSST.v5 (Huang et al., 2017), относительно центрированных 30-летних периодов обновляющихся каждые 5 лет, был взят из NOAA Climate Prediction Centre. Индекс Северо-Атлантического колебания за 1950-2018 гг. был взят из NCAR Hurrell North Atlantic Oscillation Index (PC-based) (Hurrell, 2003).

Результаты

Произведено сравнение аномалий скорости ветра полученных по данным реанализов NCEP/NCAR и NCEP-DOE за общий для них временной период 1980–2018 гг. Результаты этого сравнения показали их высокое соответствие друг другу. Поэтому для дальнейшего анализа использованы данные NCEP/NCAR, как охватывающие более продолжительный период 1950–2018 гг.

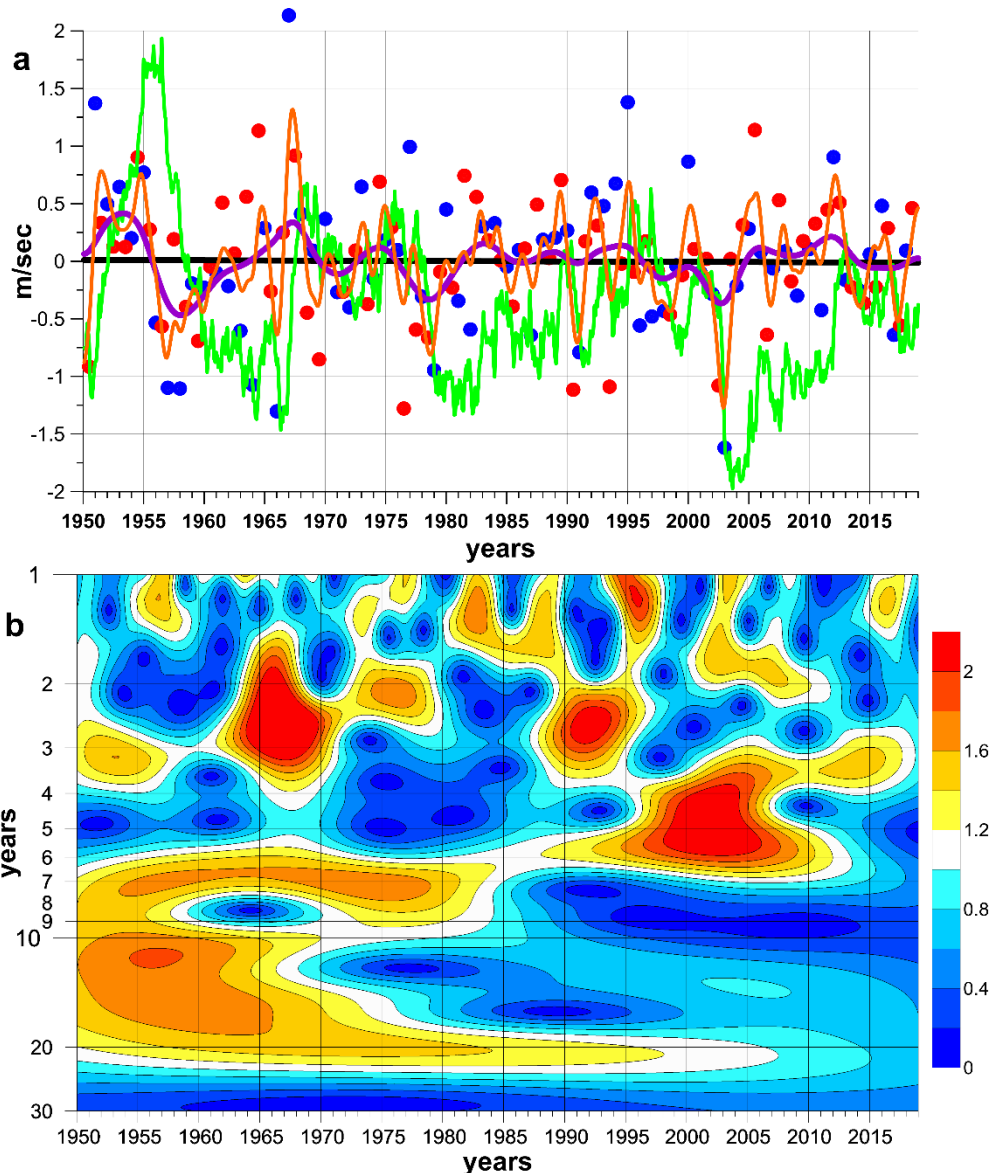
Изменения средних аномалий скорости ветра района Белого моря демонстрируют сильную межгодовую изменчивость (Рис. 1а и 2а). Под межгодовой изменчивостью мы имеем в виду колебания на периодах от 1 года до 10 лет. Кроме того, зональная компонента (U) скорости ветра

(рис. 1) существенно меняется и на междекадных периодах – масштабы колебаний более 10 лет. Поскольку исследуемые временные ряды имеют недостаточную продолжительность для достоверного исследования междекадных колебаний, то остановимся на рассмотрении межгодовых колебаний с периодами от 1 года до 10 лет.



Р и с. 1. а) Изменения средних аномалий зональной компоненты U скорости ветра на уровне 99.5% атмосферного давления у поверхности в районе Белого моря после применения 2-летнего (оранжевый) и 7-летнего (фиолетовый) фильтров Баттерворта, их линейный тренд (черный) и накопленная сумма аномалий после удаления линейного

тренда (зеленый). Отмечены средние значения аномалий для теплого (красные круги) и холодного (синие круги) полугодий. б) Картина вейвлетного преобразования ряда их среднемесячных значений без фильтрации, после предварительного удаления линейного тренда и нормирования ряда на его среднеквадратическое отклонение.



Р и с. 2. а) Изменения средних аномалий меридиональной компоненты V скорости ветра на уровне 99.5% атмосферного давления у поверхности в районе Белого моря после применения 2-летнего (оранжевый) и 7-летнего (фиолетовый) фильтров Баттерворта, их линейный тренд (черный) и накопленная сумма аномалий после

удаления линейного тренда (зеленый). Отмечены средние значения аномалий для теплого (красные круги) и холодного (синие круги) полугодий. б) Картина вейвлетного преобразования ряда их среднемесячных значений без фильтрации, после предварительного удаления линейного тренда и нормирования ряда на его среднеквадратическое отклонение.

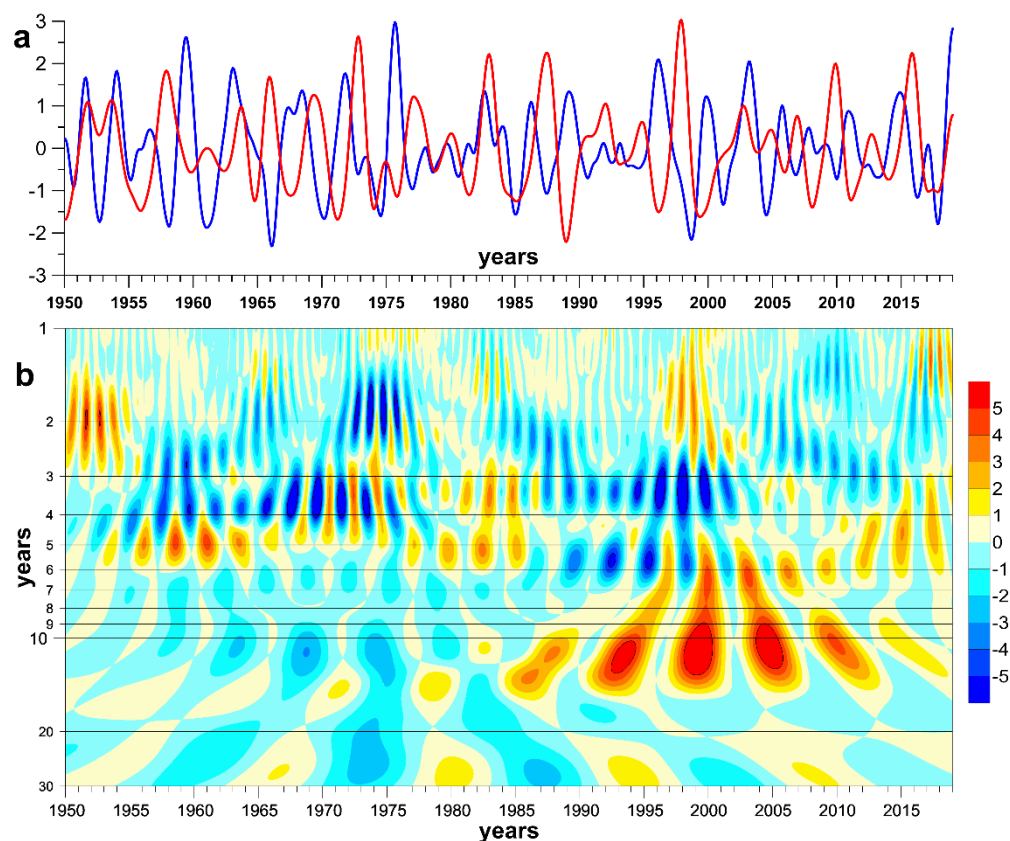
В силу нестационарности рассматриваемых временных рядов к ним уместно применить вейвлетный анализ (Рис. 1б и 2б). На полученных вейвлет-диаграммах видно, что колебания с наибольшими энергиями (отмечены красным и оранжевым цветом) можно разделить на изменчивость с периодами от 2 до 5 лет и от 6 до 9 лет. Между этими периодами наблюдаются низкие энергии колебаний (отмечены синим цветом), за исключением меридиональной компоненты (V), для которой с середины 1990-х по середину 2000-х наблюдаются высокие энергии колебаний на периодах 4-6 лет. Причем изменчивость на периодах 2-5 лет менее стационарна, чем изменчивость на периодах 6-9 лет.

Изменчивость с периодами 2-5 лет характерна для Эль-Ниньо – Южного колебания (Серых и Сонечкин, 2017а, 2017б, 2017в; Serykh and Sonchkin, 2019), а с периодами 6-9 лет – для Северо-Атлантического колебания (Mogon et al., 1998; Arthun et al., 2017). Для сильных событий Эль-Ниньо также наблюдается периодичность 5-7 лет, что могло сказаться на колебаниях второй половины 1990-х, когда произошло сильнейшее событие Эль-Ниньо 1997/98.

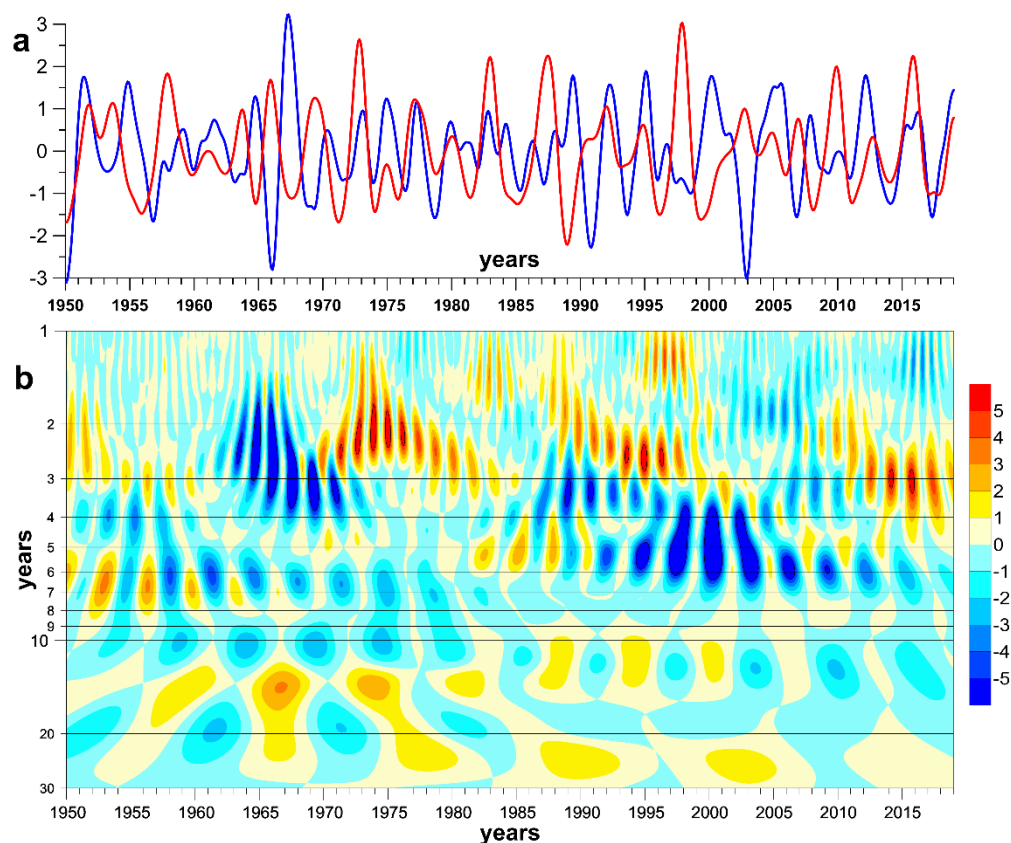
Рассмотрим связи изменений средних аномалий скорости ветра Белого моря отдельно с Эль-Ниньо – Южным колебанием и Северо-Атлантическим колебанием. Для этого применим кросс-вейвлетную технику, поскольку она лучше подходит для исследования связей нестационарных рядов, чем метод взаимно-корреляционных функций или кросс-спектральный анализ.

Вейвлетные кросскорреляционные диаграммы индекса Эль-Ниньо (ONI) с временными рядами средних аномалий компонент U и V скорости ветра Белого моря представлены на Рис. 3 и 4. Для зональной компоненты (U) скорости ветра (Рис. 3) характерны положительные связи с Эль-Ниньо в первой половине 1950-х на периоде около 2 лет. Начиная со второй половины 1950-х и до середины 1970-х на периодах 2-4 года имеют место отрицательные связи, а на периоде около 5 лет – положительные. С середины 1970-х по середину 1980-х на периодах 3-6 лет наблюдаются положительные связи. Причем, эти связи разделяются на периоды 3-4 года и 5-6 лет. Положительные связи сменяются на отрицательные во второй половине 1980-х. Причем, разделение на периоды 3-4 года и 5-6 лет остается. Отрицательные связи продолжаются до начала 2000-х, когда на периодах 5-6 лет появляются положительные связи, причем на периодах 3-4 года отрицательные связи сохраняются.

Здесь следует отметить, что для спектров индексов Эль-Ниньо характерно понижение спектральной плотности между полосами повышенной спектральной плотности на периодах 3-4 года и 5-6 лет (Serykh and Sonechkin, 2019). С середины 2000-х положительные связи распространяются на периоды 4-6 лет, а с начала 2010-х на периоды 3-6 лет. В это же календарное время (середина 2000-х – середина 2010-х) наблюдается смещение отрицательных связей с периода 2 года на период 3 года. То есть происходит перекачка энергии колебаний вверх по периодам, что говорит о нелинейном характере исследуемых процессов.



Р и с. 3. а) Ряды индекса Эль-Ниньо (красная линия) и средних аномалий зональной компоненты U скорости ветра на уровне 99.5% атмосферного давления у поверхности в районе Белого моря (синяя линия) после применения полосового фильтра Баттерворта от 2 до 7 лет и предварительного удаления линейных трендов, а также нормирования рядов на их среднеквадратические отклонения. б) Вейвлетная диаграмма кросс-корреляций их вещественных преобразований без фильтрации, после предварительного удаления линейных трендов и нормирования рядов на их среднеквадратические отклонения.



Р и с. 4. а) Ряды индекса Эль-Ниньо (красная линия) и средних аномалий меридиональной компоненты V скорости ветра на уровне 99.5% атмосферного давления у поверхности в районе Белого моря (синяя линия) после применения полосового фильтра Баттерворта от 2 до 7 лет и предварительного удаления линейных трендов, а также нормирования рядов на их среднеквадратические отклонения.

б) Вейвлетная диаграмма кросс-корреляций их вещественных преобразований без фильтрации, после предварительного удаления линейных трендов и нормирования рядов на их среднеквадратические отклонения.

Для аномалий меридиональной компоненты (V) средних скорости ветра района Белого моря (Рис. 4) характерны положительные связи с Эль-Ниньо на периодах 2-3 года в первой половине 1950-х, которые во второй половине 1950-х смещаются вверх по периодам ближе к 3 годам. На периоде же 4 года в это время (1950-е годы) наблюдаются отрицательные связи. С начала 1960-х положительные связи меняются на отрицательные, которые захватывают теперь периоды 2-4 года, а в отдельные годы – периоды 6-7 лет. В первой половине 1970-х ситуация

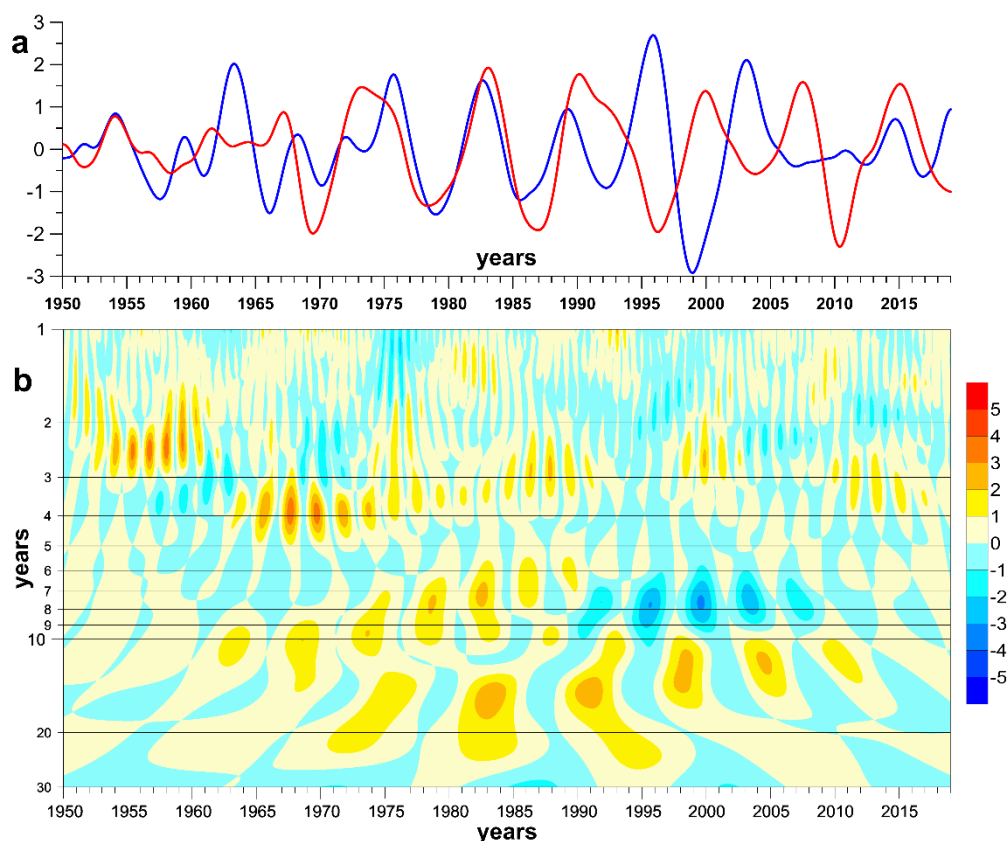
начинает меняться, и на периодах 2–3 года вновь появляются положительные связи, продолжающиеся до середины 1980-х. В середине 1980-х наблюдается ослабевание связей, но затем, начиная со второй половины 1980-х и до начала 2000-х на периодах 2-3 года присутствуют положительные, а на периодах 3–7 лет – отрицательные связи, которые затем распадаются на периоды 3–4 года и 5–7 лет. Причем, наиболее сильные отрицательные связи наблюдаются во время сильнейшего события Эль-Ниньо 1997/98. С начала 2010-х и до конца наблюдений на периодах 2-4 года имеют место положительные связи между средними аномалиями меридиональной компоненты скорости ветра района Белого моря и Эль-Ниньо, а на периодах 5-7 лет – затухающие отрицательные связи, затухание которых, впрочем, может быть связано с краевыми эффектами, возникающими при расчете вейвлетных диаграмм.

Чем же могут быть вызваны переходы между отрицательными и положительными связями Эль-Ниньо и скорости ветра в районе Белого моря? Возможно, в этом играет свою роль состояние Северной Атлантики, как связующего звена между тропиками Тихого океана и районом Белого моря. Рассмотрим связи скорости ветра Белого моря с индексом Северо-Атлантического колебания, как одной из главных мод климатической изменчивости Северной Атлантики (Рис. 5 и 6).

Между индексом Северо-Атлантического колебания и средними аномалиями зональной компоненты (U) скорости ветра в районе Белого моря (Рис. 5) наблюдаются более стационарные связи, чем с Эль-Ниньо. Так, с начала 1950-х и до конца 1980-х на периодах 7–10 лет были в основном положительные связи, а с начала 1990-х и до конца рассматриваемого периода – отрицательные. Причем, наиболее сильные отрицательные связи приходятся на вторую половину 1990-х – первую половину 2000-х, как раз в то время, когда наблюдаются наиболее сильные отрицательные связи между Эль-Ниньо и зональной компонентой скорости ветра. В период наиболее сильных положительных связей с Северо-Атлантическим колебанием с середины 1970-х по середину 1980-х, также наблюдаются положительные связи с Эль-Ниньо. Таким образом, переход второй половины 1980-х от положительных к отрицательным связям зональной скорости ветра Белого моря произошел почти одновременно и для Эль-Ниньо, и для Северо-Атлантического колебания.

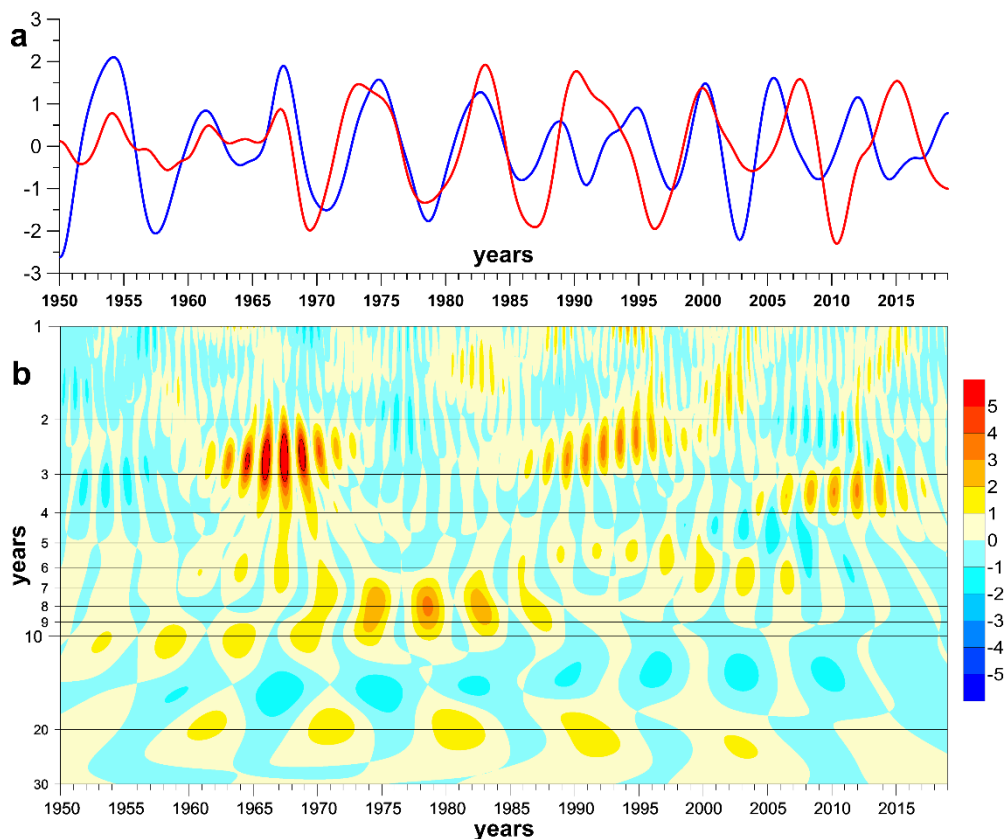
Для связей между индексом Северо-Атлантического колебания и средними аномалиями меридиональной компоненты (V) скорости ветра в районе Белого моря ситуация несколько иная (рис. 6). Хотя и здесь наиболее сильные положительные связи наблюдаются во второй половине 1970-х – первой половине 1980-х на периодах 7–10 лет, но последующего перехода к сильным отрицательным связям не наблюдается. Вместо этого с начала 1990-х происходит ослабевание связей, хотя некоторые положительные связи и продолжают

прослеживаться. Таким образом, можно сделать вывод о существовании механизма синхронизации Эль-Ниньо, Северо-Атлантического колебания и района Белого моря.



Р и с. 5. а) Ряды индекса Северо-Атлантического колебания (красная линия) и средних аномалий зональной компоненты U скорости ветра на уровне 99.5% атмосферного давления у поверхности в районе Белого моря (синяя линия) после применения полосового фильтра Баттерворта от 7 до 9 лет и предварительного удаления линейных трендов, а также нормирования рядов на их среднеквадратические отклонения.

б) Вейвлетная диаграмма кросс-корреляций их вещественных преобразований без фильтрации, после предварительного удаления линейных трендов и нормирования рядов на их среднеквадратические отклонения.



Р и с. 6. а) Ряды индекса Северо-Атлантического колебания (красная линия) и средних аномалий меридиональной компоненты V скорости ветра на уровне 99.5% атмосферного давления у поверхности в районе Белого моря (синяя линия) после применения полосового фильтра Баттерворта от 7 до 9 лет и предварительного удаления линейных трендов, а также нормирования рядов на их среднеквадратические отклонения. б) Вейвлетная диаграмма кросс-корреляций их вещественных преобразований без фильтрации, после предварительного удаления линейных трендов и нормирования рядов на их среднеквадратические отклонения.

Одной из интересных особенностей кросс-вейвлетных диаграмм индекса Северо-Атлантического колебания и скорости ветра Белого моря (Рис. 5-6), является присутствие сильных положительных связей на периодах 2-5 лет, то есть на периодах колебаний, характерных для Эль-Ниньо. Причем, в календарные годы, на которые приходятся эти положительные связи с Северо-Атлантическим колебанием, наблюдаются сильные связи и с Эль-Ниньо (рис. 3-4). В работах (Серых, 2018; Серых и др., 2018; Serykh et al., 2019) показано, что и Эль-Ниньо – Южное колебание, и Северо-Атлантическое колебание являются

элементами Глобальной Атмосферной Осцилляции (ГАО). Возможно, что именно ГАО является причиной синхронизации наблюдаемых связей между Эль-Ниньо, Северо-Атлантическим колебанием и скоростью ветра в регионе Белого моря.

Заключение

Исследована межгодовая изменчивость скорости ветра в районе Белого моря с 1950 по 2018 г. и выявлены периоды, близкие к периодам Эль-Ниньо – Южного колебания (2-6 лет) и Северо-Атлантического колебания (7-9 лет). В силу нестационарности рассматриваемых временных рядов во всех случаях применялся вейвлетный анализ. Наиболее сильные положительные связи между явлением Эль-Ниньо и скоростью ветра в районе Белого моря отмечены во второй половине 1970-х – первой половине 1980-х, после чего наблюдаются в основном отрицательные связи. В целом, с начала 1950-х и до конца 1980-х на периодах 7-10 лет были в основном положительные связи, а с начала 1990-х и до конца рассматриваемого периода – отрицательные. Интересной особенностью кросс-вейвлетных диаграмм индекса Северо-Атлантического колебания и скорости ветра Белого моря является присутствие сильных положительных связей на периодах 2-5 лет, то есть на периодах колебаний, характерных для Эль-Ниньо. Была высказана гипотеза о роли Глобальной атмосферной осцилляции в качестве синхронизирующего звена между процессами, происходящими в тропиках Тихого океана, Северной Атлантике и районе Белого моря.

Список литературы

1. Белое море и его водосбор под влиянием климатических и антропогенных факторов / Под ред. Н.Н. Филатова, А.Ю. Тержевика. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 335 с.
2. Вакуленко Н.В., Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике. Часть 3. Предсказуемость Эль-Ниньо // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2018. Т. 26. № 4. С. 75–94.
3. Климат Карелии: изменчивость и влияние на водные объекты и водосборы / Отв. ред. Н.Н. Филатов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2004. 224 с.
4. Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике: Часть 1. Хаотические вариации погоды // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2017а. Т. 25. № 4. С. 4–22.

5. Серых И.В., Сонечкин Д.М. Хаос и порядок в атмосферной динамике. Часть 2. Междугодовые ритмы Эль-Ниньо – Южного колебания // Известия высших учебных заведений. Прикладная нелинейная динамика. 2017б. Т. 25. № 5. С. 5–25.
6. Серых И.В., Сонечкин Д.М. Сопоставление временных энергетических спектров индексов Эль-Ниньо – Южного колебания и глобальных полей температуры и атмосферного давления в приповерхностном слое // Фундаментальная и прикладная климатология. 2017в. Т. 2. С. 144–155.
7. Серых И.В. О динамике и структуре Глобальной атмосферной осцилляции в климатических моделях и реальности // Океанологические исследования. 2018. Т. 46. № 1. С. 14–28.
8. Серых И.В., Сонечкин Д.М., Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А. Global atmospheric oscillation in troposphere and lower stratosphere // Системы контроля окружающей среды. 2018. № 13 (33). С. 70–78.
9. Система Белого моря. Природная среда водосбора Белого моря. – М.: Научный мир, Т. 1. 2010. 480 с.
10. Толстиков А.В. Изменчивость температуры поверхностного слоя Белого моря. М.: ГЕОС. 2016. 212 с.
11. Arthun M., Eldevik T., Viste E. Skillful prediction of northern climate provided by the ocean // Nat. Commun, 2017, 8, 15875.
12. Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R. et al. The NCEP / NCAR 40-year reanalysis project. – Bull. Amer. Meteor. Soc., 1996, Vol. 77, P. 437–471.
13. Kanamitsu M., Ebisuzaki W., Woollen J. et al. NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (R-2) // Bulletin of the American Meteorological Society, 2002, p. 1631-1643.
14. Huang, B., Thorne, P.W., Banzon, V.F. et al. Extended Reconstructed Sea Surface Temperature version 5 (ERSSTv5): Upgrades, validations, and intercomparisons // J. Climate, 2017, Vol. 30, p. 8179-8205.
15. Hurrell J.W., Kushnir Y., Ottersen G., Visbeck M. The North Atlantic Oscillation: Climate Significance and Environmental Impact // Eds. Geophysical Monograph Series, 2003, 134, 279pp.
16. Moron V., Vautard R., Ghil, M. Trends, interdecadal and interannual oscillations in global sea-surface temperatures // Clim. Dyn., 1998, vol. 14, p. 545–569.
17. Serykh I.V., Sonechkin D.M. Nonchaotic and globally synchronized short-term climatic variations and their origin // Theoretical and Applied Climatology. 2019. Vol. 137. Issue 3-4. pp 2639–2656.
18. Serykh I.V., Sonechkin D.M., Byshev V.I., Neiman V.G., Romanov Yu.A. Global Atmospheric Oscillation: An Integrity of ENSO and Extratropical Teleconnections // Pure and Applied Geophysics. 2019. Vol. 176. Issue 8. pp 3737–3755.

REASONS FOR THE CLIMATIC VARIABILITY OF WIND SPEED IN THE WHITE SEA REGION

I.V. Serykh ¹, A.V. Tolstikov ²

¹ Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

² Northern Water Problems Institute, Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia

The interannual variability of wind speed in the White Sea region for the period from 1950 to 2018 was studied. Changes were revealed with periods close to the periods of El Niño - the Southern Oscillation (2-6 years) and the North Atlantic Oscillation (7-9 years). The influence of these oscillations on the interannual variability of wind speed in the White Sea region is shown, and the periods of their synchronization and desynchronization are found. A hypothesis has been put forward on the role of Global Atmospheric Oscillation as a synchronizing link between the tropics of the Pacific Ocean, the North Atlantic and the White Sea region.

Keywords: White Sea, wind speed, climate variability, El Niño - Southern Oscillation, North Atlantic Oscillation, Global Atmospheric Oscillation.

Об авторах:

СЕРЫХ Илья Викторович – кандидат физико-математических наук (2009), старший научный сотрудник Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Занимается исследованиями в области теории колебаний климата, изменчивости гидрофизического режима Мирового океана. E-mail: iserykh@ocean.ru.

ТОЛСТИКОВ Алексей Владимирович – кандидат географических наук (2006), старший научный сотрудник Института водных проблем Севера Карельского научного центра РАН, руководитель лаборатории Географии и гидрологии. Занимается изучением температурного режима Белого моря и биогеохимическими процессами на его водосборе. E-mail: alexeytolstikov@mail.ru.