

## ВЕТРОВЫЕ ЦИКЛЫ И КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

**Мельников В.А.<sup>1</sup>, Москаленко Л.В.<sup>2</sup>, Кузеванова Н.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, 117997, г. Москва,  
Нахимовский пр., 36, 8(499) 124 63 83, [vmelnikov@ocean.ru](mailto:vmelnikov@ocean.ru)*

<sup>2</sup> *Южное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН  
353467, г. Геленджик. [lidija-moskalenko@rambler.ru](mailto:lidija-moskalenko@rambler.ru), [kuzevanova-nata@mail.ru](mailto:kuzevanova-nata@mail.ru)*

Climatic variability development from a variety of synoptic states under the influence of multi-scale wind regimes in the region are considered. The analysis is based on the standard data of WMO weather stations around the Black Sea coasts, including long-term (1935-2016) row at Gelendzhik, using progressive vector diagrams.

Структура вод и течения Черного моря на климатических и сезонных масштабах формируются, главным образом, в результате солнечного прогрева. Атмосферные воздействия, в числе которых атмосферное давление, ветровое напряжение, тепло- и влаго- обмены, накапливаясь со временем в ходе эволюции синоптических состояний, также вносят переменный вклад в долговременную дисперсию [1].

Предметом работы является выяснение процесса формирования климатической изменчивости системы атмосфера – море из многообразия синоптических состояний. Для этого рассмотрены режимы ветра и их влияние на температуры воздуха и воды в широком диапазоне пространственно- временных масштабов [1].

Анализ основан на данных стандартных наблюдений в период 1998-2011 гг. на 134 прибрежных метеостанциях (из списка сети ВМО) вокруг Черного моря, включая более продолжительные (1935-2016 гг.) измерения на метеостанции Геленджика. Использовались базы данных NCEP-NCAR, QuickSCAT и PathFinder v5, а также данные измерений при помощи различных зондов на гидрофизическом Полигоне ИО РАН на Черном море [2]. Для визуализации временных рядов вектора ветра применялся метод прогрессивных векторных диаграмм [3].

В основе механизма эволюции полей от малых временных масштабов к большим лежит характерная совокупность изменений вектора ветра – смены северо-восточного ветра на юго-восточный и обратно. Такие циклы имеют различную продолжительность и могут быть вну-

трисезонными (десятидневными), сезонными (годовыми) и климатическими (многолетними). Многолетние ветровые циклы в период 1935-2016 гг. составили климатическую «волну» [4], (рис.1).

Подобие временного хода ветра в циклах разной продолжительности рассматривается как фрактальность изменчивости ветра. Фрактальность связана с повторяемостью региональных типовых синоптических процессов [4].

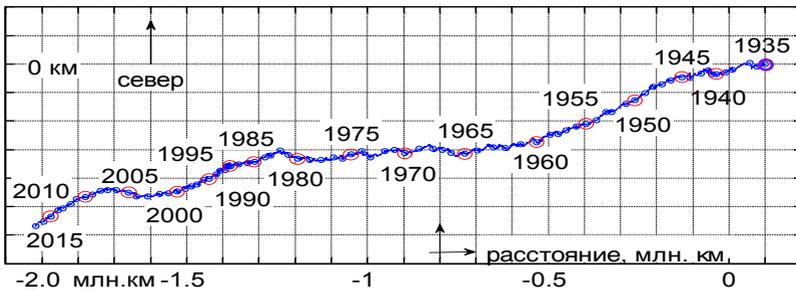


Рис.1. Прогрессивные векторные диаграммы ветра на метеостанции Геленджика.

Происхождение и классификация региональных ветров связывается с центрами атмосферных действий и циркуляционными механизмами по классификации Дзердзеевского Б.Л. Показано, что зональная компонента долговременного ветра статистически связана с индексом атмосферной циркуляции NAO(North Atlantic Oscillation), а меридиональная – с индексом EAWR(East Atlantic–West Russia pattern). Межгодовые температуры воздуха и воды изменяются в соответствии с изменениями направления меридионального переноса воздуха [5].

Оценки трендов в изменениях температур воды и воздуха показывают, что за последние 40 лет фоновое потепление составляет 0.072 и 0.051°C/год по температуре воды и воздуха, соответственно. Обнаружена смена режимов низкочастотных колебаний гидрометеорологических параметров, выражающаяся в изменениях амплитуд и частот долговременных цикличностей. Так, 43-летний цикл по температурам (1947-1990 гг.) сменился полуциклом (незавершённым) с более коротким периодом, причём амплитуды вариаций температур с 1990 г. явно возросли. Смена режимов низкочастотных колебаний наблюдается во временном ходе и других параметров [5].

Рассмотрены оценки климатической изменчивости сильных северо-восточных ветров («норд-остов»), высокие скорости которых об-

условлены орографическими особенностями побережья Анапа – Новороссийск – Геленджик. Начиная с 1990 г. происходит увеличение количества вспышек «норд-оста», но максимальные скорости ветра уменьшаются. В период 1935-1950 гг. «норд-осты» были сильными, но более редкими. Тенденция уменьшения скоростей «норд-остов», вероятно, связана с долговременным увеличением индекса EA [5].

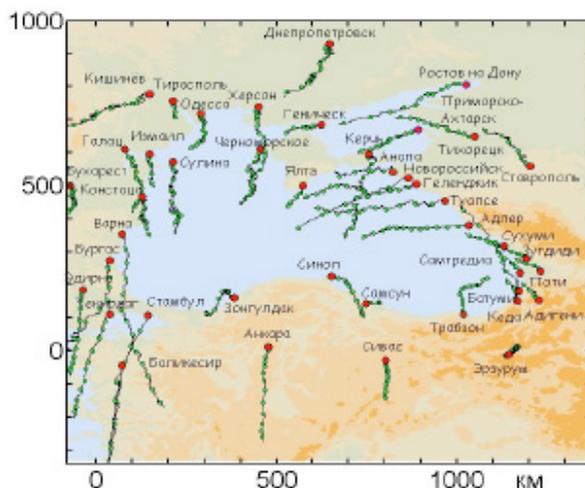


Рис. 2. Прогрессивные векторные диаграммы ветра по данным черноморских прибрежных метеостанций в период 1998-2011 гг. Диаграммы построены в масштабе: 1 деление шкалы расстояний – 1000 км. Зелёные кружки отмечают годы. Красные кружки отмечают местоположение метеостанции и начало каждой диаграммы.

Преобладающие ветры Чёрного моря порождают ряд гидрофизических явлений, такие как Основное Чёрноморское течение, вихреобразование, апвеллинги, холодный промежуточный слой (ХПС) и др. [6]. По данным метеостанций вокруг Чёрного моря климатический ветер имеет циклоническую завихренность (рис. 2), причем центр вращения расположен над Турцией. Такая структура ветра должна вызывать многолетнюю циклоническую циркуляцию Чёрного моря. Выявлены закономерности в соотношениях среднемесячных значений уровня моря, температуры поверхности воды и температуры воздуха с доминирующими сезонными ветрами. Апвеллинги в северо-восточной части Чёрного моря возникают в соответствии с внутрисезонными ветровыми циклами примерно через 20-25 дней, а процесс образования ХПС при более сильных нордостах усиливается.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Melnikov V.A., Moskalenko L.V. and Kuzevanova N.I. Black Sea Multi-Scale Wind Cycles and Climatic Trends. 3-rd Bi-annual Black Sea Scientific Conference Abstracts. Odessa: UP-GRADE BS-SCENE Project. 2011. Session 5. Climate change. PP. 179-180.
2. Мельников В.А., Зацепин А.Г., Костяной А.Г., Гидрофизический полигон на Черном море. Исследования океанов и морей. Труды Государственного Океанографического Института, Москва:ГОИН. 2011. Т.213. С. 264-278.
3. МоскаленкоЛ.В., Мельников В.А., Кузеванова Н.И.Разномасштабная изменчивость ветрового режима на прибрежной акватории северо-восточной части Чёрного моря // Известия РАН, серия географ. 2016. №1. С. 74-86.
4. Мельников В.А., Москаленко Л.В., Кузеванова Н.И. Климатическая волна в Геленджике. Исследования океанов и морей. Труды ГОИН. Москва: ГОИН. 2011. Т.213. С. 45-56.
5. Москаленко Л.В., Мельников В.А., Кузеванова Н.И. Климатическая изменчивость ветрового режима в северо-восточной части Черного моря и оценки корреляции динамических и термических факторов. В Сб. «Комплексные исследования Черного моря». М.: Научный мир, 2011. С. 12-34.
6. Кривошея В.Г., Москаленко Л.В., Мельников В.А., Скирта А.Ю. Влияние изменчивости ветрового режима и термических условий на структуру и динамику вод в северо-восточной части Черного моря // Океанология. 2012. Т.52. №4. С.484-498.