

ВЕТРЫ, ТЕЧЕНИЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ НА ШЕЛЬФЕ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Мельников В.А.¹, Пиотух В.Б.¹, Зацепин А.Г.¹

¹ *Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН, 117997, г. Москва,
Нахимовский пр., 36, 8(499) 124 63 83, vmelnikov@ocean.ru, zatsepin@ocean.ru*

The goal of research is to study sea responses to the local and far-field weather system in the shelf zone of the Black Sea. The analysis is based on the data of Shirshov Institute of Oceanology. oceanographic measuring network “Hydrophysical Polygon”. Several features of multi-scale dynamic processes have been revealed.

На основе измерительной информации «Черноморского гидрофизического полигона Института океанологии РАН» [1], с использованием данных дистанционных зондирований и различных реанализов рассматривается гидрометеорологическая система в шельфовой зоне северо-восточной части Черного моря. Целью работы является исследование региональных механизмов развития разномасштабных динамических процессов, переноса и трансформации энергии во взаимодействиях атмосфера-море.

В настоящее время на Полигоне установлены три долговременные измерительные станции (ADCP и термокоса на каждой), а также сканирующий зонд-профилограф «Аквалог». Проводятся регулярные СТД зондирования на нормальных к берегу разрезах и пространственные съёмки поля скорости течений при помощи буксируемого ADCP [1]. Для интерпретации процессов используется спутниковая информация - поля температуры поверхности моря, уровня моря и ветров. Составлены продолжительные ряды метеоэлементов по данным метеостанций вокруг берегов Черного моря, включая долгосрочный (1935-2017 г.) ряд наблюдений на метеостанции Геленджика [2].

Обработка данных измерений включает в себя подготовку массивов данных, расчёт статистических характеристик временных рядов измеренных и производных параметров с использованием гистограмм, прогрессивно-векторных диаграмм, традиционного спектрального анализа Фурье – авто- и взаимных спектров, авто- и взаимных вейвлет–диаграмм, скользящих спектрограмм. Применяются методы обработки векторной

информации с расчётами спектральных инвариантов, вращательных компонент, ЭОФ, годографов, а также оценка частотных составляющих спектров на основе динамико-стохастических моделей [3].

С целью идентификации отдельных процессов выявлены типичные фоновые сезонные трёхмерные гидрологические структуры, а также количественно оценены отклонения, связанные с другими составляющими изменчивости, такими как краевые шельфовые волны, суточные, инерционные колебания, полусуточные и короткопериодные внутренние волны, поверхностные волны.

С учётом перемежаемости исследуемых процессов выделены отдельные реализации эволюции поля с яркими проявлениями процессов релаксации системы после выведения из равновесного состояния (рис.1).

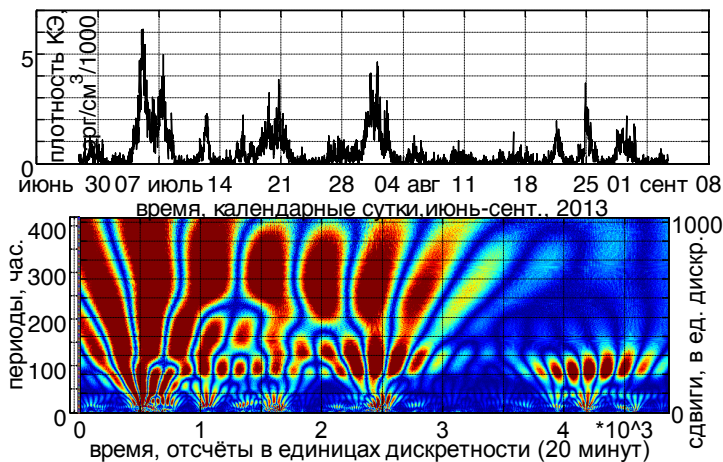


Рис.1. Вейвлет-диаграмма плотности горизонтальной кинетической энергии течений в верхнем слое (горизонт 19,5 м, глубина 100 м) на акватории вблизи Голубой бухты. Дискретность измерений – 20 мин.

По спектрам выделяются три группы временных масштабов:

1) долговременные, с периодами более трёх лет; 2) годовые (сезонные), а также первый и второй обертоны – полугодовые и третьгодовые; 3) мезомасштабные(от часов до суток) (рис. 2.)

В регионе существенное значение имеют разномасштабные самоподобные ветровые циклы, каждый из которых состоит из комбинации северо-восточного и юго-восточного ветров, сменяющихся последовательно

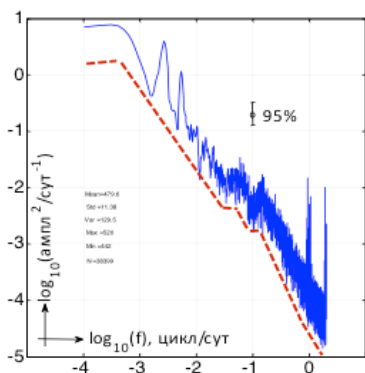


Рис. 2. Спектральная плотность (сплошная линия) колебаний уровня моря, по данным метеостанции Геленджика, в период с 20 мая 1989 г. по 30 сентября 2015 г., дискретность – 6 час., сглаживание 20 степеней свободы, средний уровень 479.6 см; дисперсия 129.9 см²; с.к.о. 11.36 см; минимум 442 см; максимум 520 см; отсчетов N=38399. Штриховая линия отмечает участки спектра с разными наклонами.

друг друга. Такие смены соответствуют попеременному влиянию отрогов Азорского и Сибирского антициклонов. Черное море расположено в цепи внутренних бассейнов между Северной Атлантикой и пустынями Центральной Азии, в промежуточной зоне влияния Азорского и Сибирского антициклонов с запада и востока, а также подвержено влиянию прорывов арктических холодных воздушных масс с севера и горячего воздуха с юга, со стороны субтропического глобального пояса пустынь. Ветровые циклы имеют различную продолжительность и бывают внутрисезонными, сезонными и многолетними (климатическими).

Разномасштабные ветры порождают ряд гидрофизических явлений, такие как Основное Черноморское течение (ОЧТ), вихреобразование, апвеллинги, холодный промежуточный слой (ХПС) [3]. В долговременном (годы) и крупномасштабном плане многолетние ветровые циклы поддерживают ОЧТ. Ветровые циклы с временным масштабом порядка 20 суток вызывают апвеллинги с той же периодичностью. Связанная с апвеллингом радикальная перестройка гидрологической структуры сопровождается интенсивной адвекцией вод с большими скоростями (до 1 м/с). По энергии доминируют вдольбереговые течения, причём направление периодически меняется на обратное. По вертикали наблюдается сложная структура течений. Прослеживаются характерные слои. При увеличении течений до пороговой величины отмечаются релаксационные инерционные колебания [3]. Апвеллинги вызывают существенные вариации потоков импульса, явного и скрытого тепла и плавучести, рис 3.

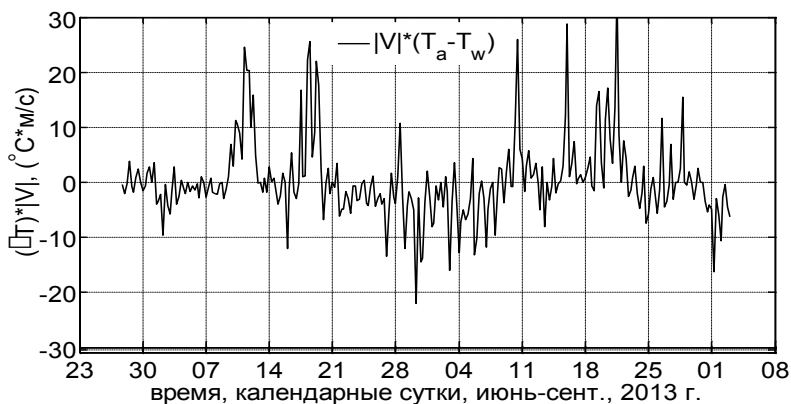


Рис.3. Пример функции вариаций потока тепла по данным метеостанции Геленджика в период 28 июня-03 сент 2013 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зацепин А.Г. и др. Подспутниковый полигон для изучения гидрофизических процессов в шельфово-склоновой части Черного моря // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 2014. Т.50. №1. С.16-29.
2. Golenko N.N., Melnikov V.A. Moskalenko L.V. North-East Black Sea SST and SLA Variability. Proc. of the Ninth international Conference on the Mediterranean coastal environment, Ozhan, E. (Ed.). – Ankara, Turkey: Middle East Technical Univ. 2009. Vol.2. PP. 981-992.
3. Melnikov V, Lidija Moskalenko, Vladimir Piotoukh, and Andrey Zatsepin. Multiscale wind cycles and current pulses at the Black Sea eastern boundary. Geophysical Research Abstracts, Vienna:EGU General Assembly. 2015. Vol. 17. EGU2015-7184-1.
4. 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.