

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ С 1996 ПО 2001 ГГ.

А.Б. Полонский, А.В. Гармашов,
А.И. Коровушкин, Ю.Н. Толокнов

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: ant.gar@mail.ru

В статье приводятся результаты анализа скорости и направления ветра, измеренные на морской стационарной платформе, расположенной на северо-западном шельфе Черного моря, в период с 1996 по 2001 гг. По результатам измерений оцениваются статистические и спектральные характеристики скорости и типичные направления ветра для данного региона.

Введение. Несмотря на большое количество справочной литературы и атласов по ветро-волновым характеристикам Черного моря, ощущается явная нехватка долгопериодных наблюдений за ветром над акваторией Черного моря. Стационарные морские платформы в Черном море являются уникальным средством для получения данных о состоянии морской поверхности, скорости и направлении ветра, температуре атмосферы и моря. Цель работы – выявить основные закономерности изменчивости скорости ветра для северо-западной части Черного моря, используя данные, полученные на морской стационарной платформе, расположенной в Каркинитском заливе, в 1996 – 2001 гг.

Описание гидрометеорологических условий региона. Ветровой режим северо-западной части Черного моря обуславливается макроциркуляционными процессами в атмосфере и расположением барических центров над Евразией и Атлантикой. Зимой Сибирский антициклон формирует мощный отрог, который охватывает территорию от Карпат до Каспийского моря. Азорский максимум несколько ослабевает, но занимает наиболее восточное положение. Он образует отрог повышенного давления, проходящий над южным побережьем Средиземного моря. Между этими двумя поясами высокого давления над Черноморско-Средиземно-морским регионом располагается область пониженного давления. Такое

положение барических центров обуславливает неустойчивые синоптические условия над большей частью Черного моря. Здесь преобладают ветра северных и западных румбов, хотя повторяемость ветров восточных румбов также достаточно велика. Средняя скорость ветра в западной части Черного моря составляет 7 – 8 м/с. Летом Сибирский максимум разрушается. При этом Азорский максимум получает наибольшее развитие, но смещается в крайнее западное положение. Его отрог охватывает всю Западную Европу, доходя до юга Украины. В результате над Черным морем образуется область относительно повышенного давления. Вследствие такого распределения барических центров над Черным морем преобладает мало градиентное барическое поле, определяющее устойчивую, мало облачную и маловетреную погоду. В июне повторяемость ветров со скоростями до 5 м/с превышает 73 %. Относительно велика роль ветров северных румбов [1, 2, 3]. В ряде работ отмечена значительная межгодовая изменчивость гидрометеорологических условий в регионе [4, 5]. Однако, анализ межгодовой изменчивости характеристик ветра во внутренних частях моря не проводился.

Описание условий эксперимента. С 1996 по 2001 год на морской стационарной платформе, расположенной на северо-западном шельфе Черного моря с координатами 45°42,5' с.ш., 31°52,5' в.д., было установлено оборудование для гидрометеорологического мониторинга. Схема платформы и места расположения датчиков показаны на рисунке 1.

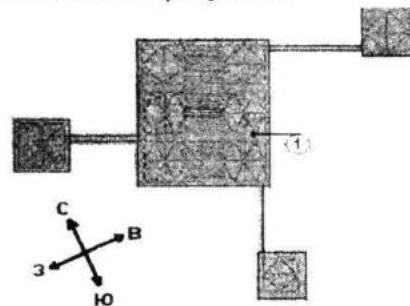


Рисунок 1 – Схема морской стационарной платформы

В точке 1 на высоте 37 метров над уровнем моря был установлен датчик для измерения скорости и направления ветра. Дискретность измерений – 3 часа. Диапазоны из-

мерения метеопараметров, погрешность измерения и разрешающая способность датчиков приведена в таблице 1 (подробнее см. в работе [6]).

Таблица 1 – Диапазоны измерения метеопараметров и погрешность измерения датчиков метео-комплекса

Измеряемый параметр	Диапазон измерения	Погрешность измерения
Скорость ветра	1,5 – 60 м/с	$\pm 0,5$ м/с
Направление ветра	0 – 360°	$\pm 10^\circ$

Обработка данных и их анализ. На рисунке 2 показано процентное соотношение достоверных данных к сбоям по месяцам. При расчете среднемесячных характеристик ветра эти сбои отбраковывались и никак не учитывались при обработке. Коррекция на сбои применялась только для дальнейшего спектрального анализа. Методика устранения сбоев состояла в следующем. Сбои (например, в исходном файле для скорости ветра им соответствовали значения «-10») заменялись с помощью полинома, если сбойных значений оказывалось больше двух подряд. Единичные сбои заменялись средним арифметическим между соседними значениями.

Для спектральной обработки анализировались временные реализации с количеством сбоев в месяц не больше 15 % от ко-

личества достоверных данных. Поэтому начальная реализация разбивалась на участки разной длины, зависящей только от качества данных. В конечном счете, для спектрального анализа был выбран наиболее качественный ряд данных с 17 сентября 1997 года по 14 октября 1999 года. Спектры строились с помощью быстрого преобразования Фурье и последующим сглаживанием фильтром скользящего среднего. Длина фильтра зависела от длины периодограммы.

В таблице 2 представлены значения модуля среднемесячной скорости ветра за период измерений. На рисунке 3 показано изменение модуля среднемесячной скорости за этот период и тренд среднемесячной скорости ветра за 1997 – 2000 гг. Линейный тренд рассчитывался с помощью метода наименьших квадратов. Из таблицы 2 и рисунка 3 явно виден годовой ход и межгодовая изменчивость модуля среднемесячной скорости ветра. Максимальная скорость ветра на протяжении большинства лет наблюдается в зимний период. Особенно велики были скорости ветра в январе 1997 г. Однако, зимой 1998 – 1999 гг. наблюдались аномально слабые ветра. Вообще, с 1996 по 2001 г. в северо-западной части Черного моря наблюдалась тенденция уменьшения модуля среднемесячной скорости ветра. Вероятнее всего это связано с уменьшением синоптической активности в регионе, обусловленной климатическими процессами в Северной Атлантике [4].

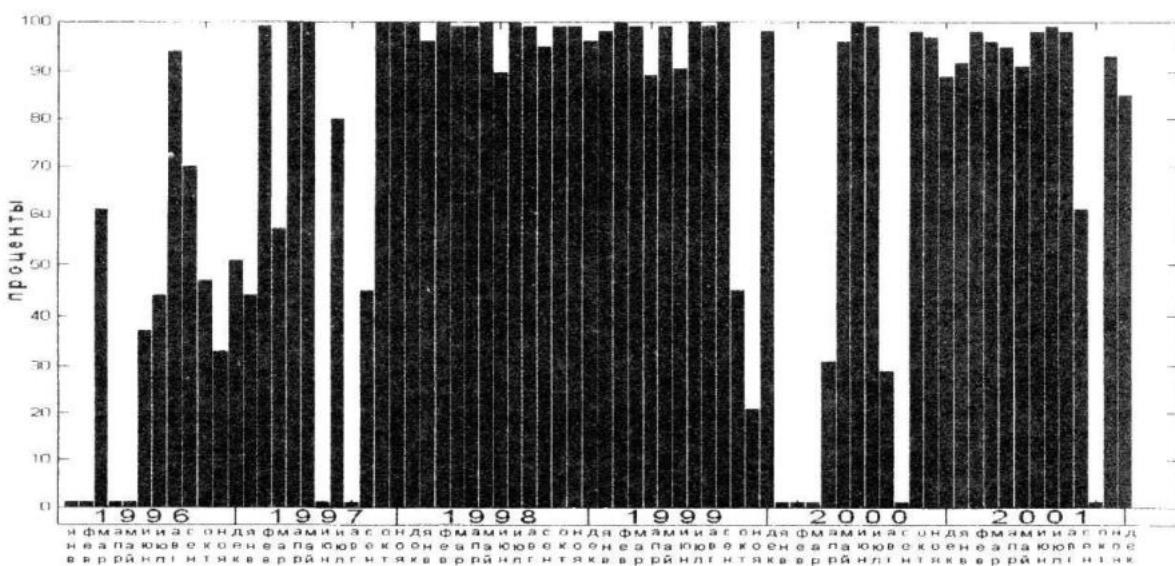


Рисунок 2 – Процентное распределение достоверных данных по времени

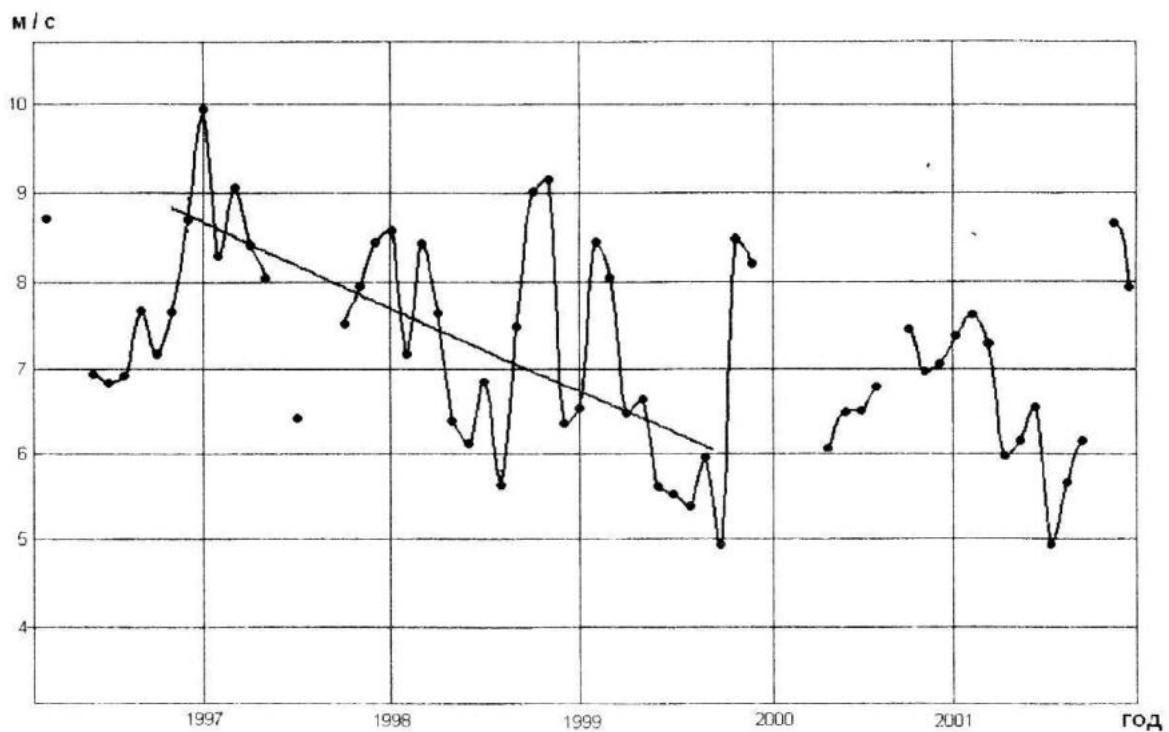


Рисунок 3 – Среднемесячные скорости ветра в период 1996-2001 гг. и тренд среднемесячной скорости ветра в период 1997-2000 гг.

Таблица 2 – Модуль среднемесячной скорости ветра в период 1996–2001 гг.^{*)}

Месяц	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.
Январь	–	9.91	8.57	6.55	–	7.39
Февраль	–	8.27	7.17	8.44	–	7.64
Март	8.7	9.06	8.43	8.04	–	7.29
Апрель	–	8.41	7.65	6.47	–	5.96
Май	–	8.05	6.38	6.63	6.06	6.15
Июнь	6.95	–	6.12	5.61	6.49	6.56
Июль	6.84	6.41	6.87	5.52	6.5	4.93
Август	6.92	–	5.63	5.38	6.77	5.66
Сентябрь	7.68	6.77	7.49	5.94	–	6.14
Октябрь	7.17	7.54	8.99	4.92	7.47	–
Ноябрь	7.67	7.94	9.15	8.47	6.97	8.63
Декабрь	8.69	8.45	6.34	8.19	7.07	7.94

^{*)} «–» соответствуют отсутствию наблюдений.

Сезонная и межгодовая изменчивость хорошо выражена и по направлениям ветра (таблица 3). Основные направления ветра, характерные для середины зимы (января), – северо-восточное и северо-западное. Летом наибольшую повторяемость имеют ветра северных румбов, реже наблюдаются ветра южных румбов. Для весны и осени трудно выделить доминирующие направления

ветра. Необходимо подчеркнуть наличие значительной межгодовой изменчивости направления ветра не только в переходные сезоны, но и в ноябре и декабре. Это (также как и межгодовая изменчивость модуля ветра) вероятнее всего обусловлено изменением синоптической активности в регионе, обусловленной климатическими процессами [4, 7].

Таблица 3 – основные направления ветров для скорости ветра от 5 до 10 м/с^{*)}

Месяц	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.
Январь	–	СВ	СВ, СЗ	СЗ	–	СЗ, ЮВ
Февраль	–	СВ	СВ, ЮВ	В	–	СВ
Март	3	СВ	Ю, СВ	С, СЗ, ЮВ	ЮВ	СЗ, ЮЗ
Апрель	–	С, СЗ	Ю, З	ЮВ	–	ЮЗ
Май	–	Ю, СВ	СЗ, С	ЮВ, С, СЗ	ЮВ, В, С	СВ, Ю
Июнь	СЗ	–	ЮВ, С	С, СЗ	С	СВ, Ю
Июль	С	В, СВ	СВ	СЗ, СВ	Ю, СВ	СВ
Август	СЗ	–	С	С, ЮВ	С	С, СЗ
Сентябрь	ЮВ, В	СВ	З	СЗ	–	З, В, ЮВ
Октябрь	С	С	СЗ, ЮВ	СВ	СЗ	–
Ноябрь	СЗ	СЗ	СЗ, СВ	СВ	ЮЗ	В, ЮВ, С
Декабрь	СЗ	С	СЗ, ЮВ	ЮВ	Ю, С	СЗ

^{*)} «–» соответствуют отсутствию наблюдений.

Для получения более подробной информации об атмосферной активности в более высокочастотном диапазоне был построен последовательный спектр скорости ветра по 3-ех месячным интервалам со сдвигом 1 месяц за период, указанный в разделе «Обработка данных и их анализ. Полученный последовательный спектр показан на рисунке 4. Из представленного спектра видно, что зимой 1997 – 1998 гг. над северо-западной частью Черного моря наблюдалась повышенная ветровая активность с периодами 10 – 20 суток. Энергия флюктуаций скорости ветра в этом диапазоне периодов более чем в 2 раза превосходили энергию флюктуаций в синоптической области спектра (2–6 суток). Этот результат может быть следствием аномального блокинга, вызванного сильным Эль-Ниньо 1997 – 1998 гг. [5, 7].

Выводы. Проведенный в работе анализ показал, что в период с 1996 по 2001 гг. наблюдалась тенденция уменьшения средней скорости ветра, вероятно связанная с уменьшением синоптической активности над Черным морем. Интенсивные флюктуации скорости ветра с периодами 10 – 20 суток зимой 1997 – 1998 гг., были обусловлены мощным блокингом вызванным, скорее всего, сильным Эль-Ниньо.

В направлении ветра наблюдалась явно выраженная межгодовая изменчивость не только в переходные сезоны, но и в ноябре и декабре. Это (также как и межгодовая изменчивость модуля ветра) вероятнее всего обусловлено изменением синоптической активности в регионе, обусловленной климатическими процессами.

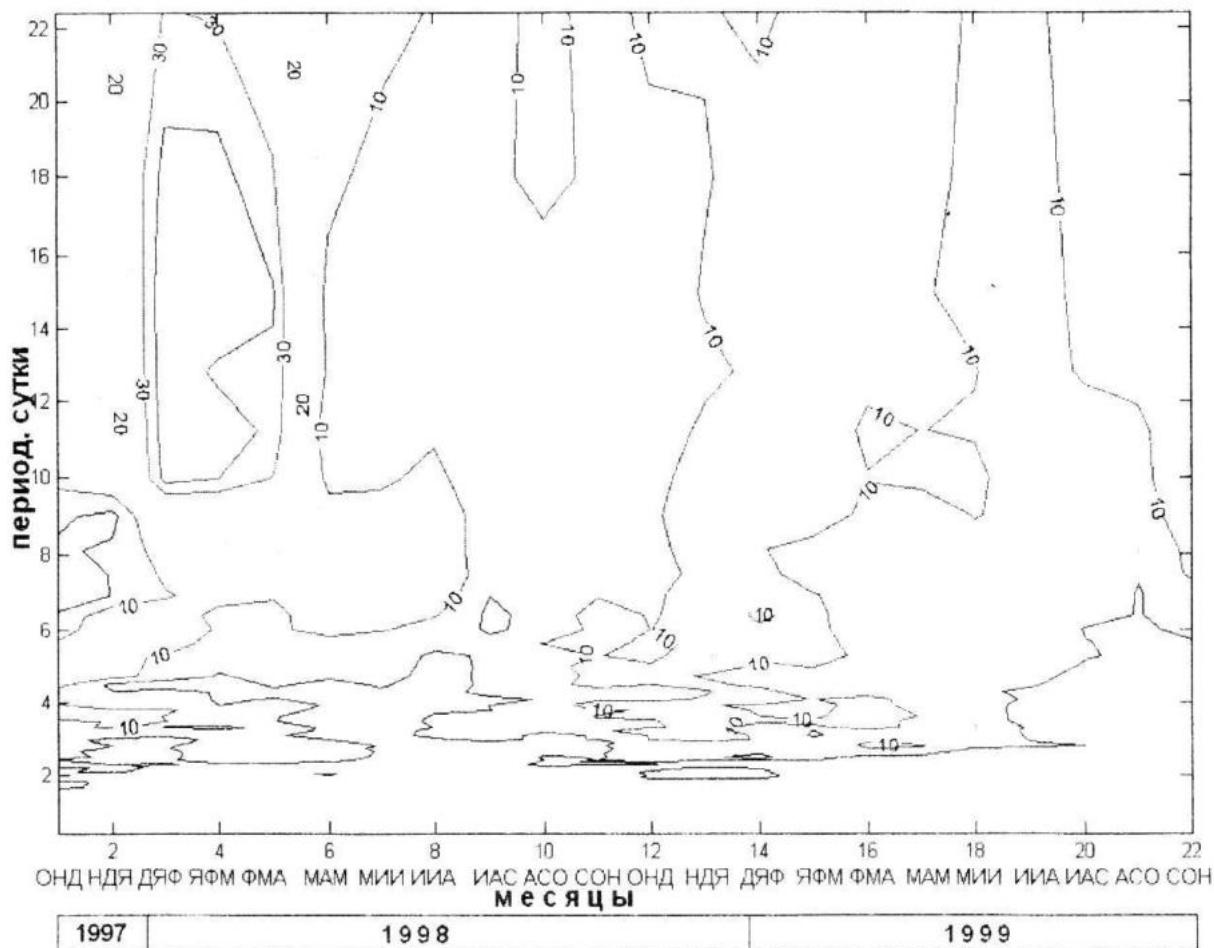


Рисунок 4 – Последовательный спектр скорости ветра для Северо-западной части Черного моря в период с октября 1997 года по ноябрь 1999 года

Л и т е р а т у р а

1. Климат Украины // Киев, 2003. – 343 с.
2. Справочник по климату Черного моря. – Москва, 1974. – 407 с.
3. А.С. Блатов, В.А. Иванов. Гидрология и гидродинамика шельфовой зоны Черного моря. – Киев: Наук. думка, 1992. – 244 с.
4. А.Б. Полонский, М.Ю. Бардин, Е.Н. Воскресенская. Статистические характеристики циклонов и антициклонов над Черным морем во второй половине XX века // МГЖ, № 6, 2007. – С. 47–58.
5. Д.В. Башарин, Е.Н. Воскресенская, Н.В. Михайлова, А.Б. Полонский. Глобальные и региональные проявления Эль-Ниньо в полях приземного давления и температуры воздуха в зимний период // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр., 2001. – С. 48–60.
6. Ю.Н. Толокнов, А.И. Коровушкин, К.Г. Козлов. Автоматизированный гидрометеорологический комплекс. // Сб. Системы контроля окружающей среды, 1998. – С. 12–17.
7. А.Б. Полонский. Роль океана в современных изменениях климата // Морской гидрофизический журнал, № 6, 2001. – С. 32–58.
8. Е.Б. Краус. Взаимодействие атмосферы и океана. – Ленинград: Гидрометеоиздат, 1976. – 295 с.
9. Г. Джекинс, Д. Ваттс. Спектральный анализ и его приложение. – Москва: Мир, 1971. – 317 с.