

Н. В. ВЕРШИНСКИЙ

СПЕКТРЫ ПУЛЬСАЦИЙ ВЛАЖНОСТИ НАД СРЕДИЗЕМНЫМ МОРЕМ

(Представлено академиком В. В. Шулейкиным 6 II 1970)

Измерения влажности в самых низких слоях над водой впервые были выполнены В. В. Шулейкиным с помощью психрометра Ассмана и термометрического зонда-психрометра (1). Малоинерционные кварцевые адсорбционные датчики влажности (2) позволяют измерять не только ее средние значения, но и исследовать пульсации. Опыт исследования пульсаций влажности над морем с датчиком такого типа был сделан нами во время I советско-французской экспедиции, проводившейся в Средиземном море летом 1969 г. на научно-исследовательском судне «Михаил Ломоносов», принадлежащем Морскому гидрофизическому институту АН УССР.

Упрощенная блок-схема измерительной установки, с которой проводились измерения, представлена на рис. 1. Здесь *A* — транзисторный генератор радиочастоты на кварце, поверхность кварцевого резонатора покрыта тонким слоем адсорбента водяных паров; *B* — второй кварцованный генератор, поверхность кварца этого генератора не имеет специального покрытия, частота колебаний генератора *B* несколько выше частоты колебаний генератора *A*; *1* — смеситель напряжений, даваемых генераторами *A* и *B*, на выходе смесителя имеется разностная частота, пропорциональная влажности воздуха; *2* — транзисторный усилитель разностной частоты; *3* — эмиттерный повторитель, обеспечивающий передачу сигналов по кабелю на расстояние свыше 250 м; *Пр* — преобразователь частоты датчика в напряжение; ЭЦВМ «Днепр».

Генераторы *A* и *B*, а также элементы *1*, *2* и *3* образуют датчик влажности. Его габариты составляют $125 \times 90 \times 40$ мм (без кварцевых резонаторов), постоянная времени имеет порядок 0,1 сек.

Основные условия, в которых были выполнены измерения пульсаций влажности в экспедиции, приведены в табл. 1.

На рис. 2 *A* даны энергетические спектры флуктуаций влажности, полученные в опытах 1, 2 и 3. Спектры флуктуаций влажности в опытах 1 и 2 не соответствуют закону $-\frac{5}{3}$, падение спектральной плотности в этих спектрах идет значительно быстрее, показатель затухания составляет около -3 . По-видимому, в опытах 1 и 2 сильно сказывается влияние корпуса судна. Поэтому следующие измерения были перенесены на носовой выстрел судна. Выстрел представляет собой трубчатую ферму, позволяющую вынести датчик на 5 м перед носом судна, что обеспечивает проведение измерений с меньшими искажениями. Спектр, полученный в опыте 3 на носовом выстреле, хорошо соответствует закону $-\frac{5}{3}$ в большей своей части.

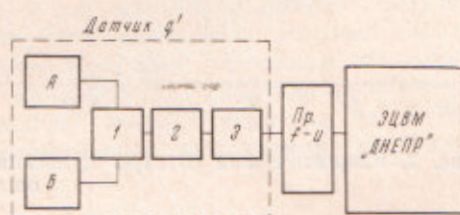


Рис. 1. Блок-схема измерительной установки, применявшейся для исследования пульсаций влажности в I советско-французской экспедиции в Средиземном море

В спектре опыта 3 имеется острый пик на частоте около 0,6 гц. Интересно отметить, что аналогичные пики имеются и в опытах 1 и 2 на планире и вблизи него. Опыты 1, 2 и 3 были сделаны в разное время и в различных условиях. Наличие этих выбросов свидетельствует о каком-то общем механизме их генерации.

Опыты 4, 5 и 6 также были выполнены на носовом выстреле. Во всех этих опытах, за исключением опыта 4, скорость ветра измерялась с помощью ручного анемометра Фусса. Измерение ветра производилось на

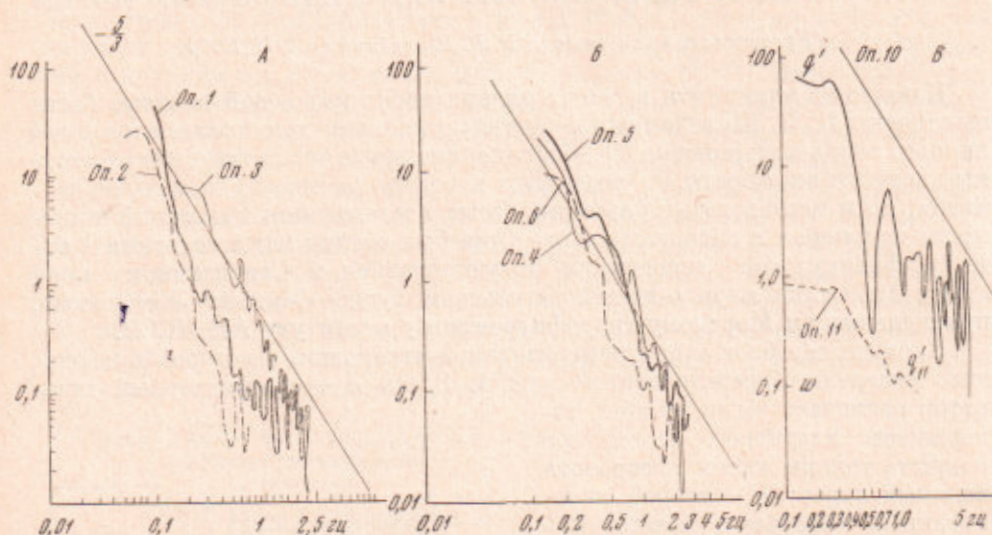


Рис. 2. Энергетические спектры пульсаций влажности, полученные в различных опытах

палубе судна примерно в 6 м от места установки датчика флуктуаций влажности. На рис. 2Б представлены спектры флуктуаций влажности, полученные в опытах 4, 5, и 6. Все они хорошо соответствуют закону $-5/3$. Для сравнения на этом рисунке, так же как и на рис. 2А, приведены наклонные прямые, отвечающие закону $-5/3$. На всех кривых в области частот выше 1,5 ÷ 20 гц имеется значительный шум измерительной системы.

Таблица 1

Условия измерений пульсаций влажности

№ опыта	Дата	Место установки датчика	Время	Частота опроса ЭЦВМ, гц	Горизонтальная скорость ветра, м/сек	Число отсчетов	Состояние моря, баллы
1	30 VI	Планир судна	18 ч. 15 м.	5	2,0	1200	1-2
2	30 VI	1,1 м от планира судна	19 ч. 00 м.	5	2,0	1200	1-2
3	18 VII	Носовой выстрел судна	19 ч. 00 м.	5	3,4	1200	1-2
4	18 VII	То же	19 ч. 20 м.	10	—	1200	1-2
5	18 VII	» »	20 ч. 10 м.	10	7,0	1200	1-2
6	18 VII	» »	21 ч. 14 м.	10	4,5	1200	1-2
10	31 VII	Вежа ПГС-4 МГИ	13 ч. 15 м.	10	2,0	780	2
11	31 VII	То же	18 ч. 23 м.	10	2,0	5000	2

На рис. 2В даны спектры пульсаций влажности над морем, полученные в опытах 10 и 11. Датчик влажности в этом опыте был укреплен на стабилизированной вехе МГИ типа ПГС-4 на высоте примерно 1,8 м над поверхностью моря. Вежа находилась в море в режиме свободного плавания на расстоянии около 200 м от судна. Спектры пульсаций влажности, полученные в этих последних опытах, замечательны тем, что в их низкочастотной части имеются небольшие максимумы на частоте около 0,3 гц; кроме того, в области около 0,9 гц имеется второй максимум.

Известно, что средние значения пульсаций скорости ветра и температуры оказываются относительно устойчивыми при времени осреднения порядка $10 \div 20$ мин (²). Поэтому для обеспечения необходимой стационарности ряда следовало бы взять большее число отсчетов. Но из-за ограниченности объема блока памяти ЭЦВМ «Днепр» мы не могли в данных опытах выдержать это условие для пульсаций влажности. В опыте 11 нам удалось получить достаточно длительное время записи (500 сек.) благодаря непосредственному выводу информации от датчика на печать, поэтому спектр пульсаций, полученный в этом опыте, является наиболее интересным. Интересно также отметить, что спектры, полученные в опытах 10 и 11, по своему характеру в низкочастотной части схожи со спектром, полученным американскими исследователями у Бермудских островов.

Полученные нами спектры пульсаций влажности над морем имеют сложный характер и отличаются наличием двух максимумов, что, видимо, связано с влиянием поверхностных волн. Характерной особенностью почти всех полученных спектров является наличие пиков на частоте, примерно равной частоте поверхностных волн, и на частоте, примерно вчетверо большей частоты поверхностных волн. Дальнейшие исследования должны объяснить сложность природы спектров пульсаций влажности над морем.

В заключение автор благодарит начальника Т Советско-французской экспедиции Г. Г. Неуймина и начальника отряда математики Ю. Т. Щетинина за неизменное любезное содействие в выполнении настоящей работы.

Институт океанологии им. П. П. Ширшова
Академии наук СССР
Москва

Поступило
16 I 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. В. Шулейкин, Физика моря, 1, М., 1933, стр. 278. ² А. С. Монин, А. М. Яглом, Статистическая гидромеханика, ч. I, 1967. ³ А. Н. Вершинский, И. В. Чирченко, Малогабаритный датчик влажности, Сборн. тезисов докл. на X молодежной конференции Инст. океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР, М., 1970.