

ОЦЕНИВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЛНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ДРЕЙФУЮЩИХ БУЁВ

A.P. Толстошеев

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: oaoi@alpha.mhi.iuf.net

Рассматривается возможность оценивания энергетического спектра волнения по данным канала измерения времени пребывания в подводном положении поплавка стандартного лагранжевого SVP-B дрейфующего буя. Показано, что средние спектральные периоды результатов измерения совпадают с синоптическим периодом волновых циклов. Среднее значение коэффициент взаимной корреляции ~ 0,75.

Несмотря на технический прогресс в области приборостроения остаётся актуальной задача получения достоверных оперативных данных о состоянии Мирового океана. Дистанционные методы, успешно развивающиеся в последние десятилетия, позволяют, как правило, получать количественные оценки исследуемых процессов лишь при условии калибровки результатов измерения по данным, полученным контактными методами. Применительно к такому жизненно важному для Украины региону, как Чёрное море, контактные исследования по известным причинам ограничены в основном прибрежной зоной, либо проводятся не систематически. С учётом также и того факта, что данные дистанционных исследований позволяют восстанавливать лишь относительно крупномасштабные процессы, очевидна актуальность совершенствования сети измерительных платформ, реализующих контактные методы получения информации.

В последние годы различными странами активно развиваются исследования Мирового океана с помощью автономных дрейфующих платформ – дрифтеров. Среди многочисленных типов таких платформ наиболее широко используются лагранжевые SVP-B барометрические дрифтеры [1]. SVP-B дрифтер (рисунок 1) состоит из поверхности поплавка, несущего троса и подводного паруса. В поплавке размещаются элементы питания, измерительные пре-

образователи атмосферного давления, температуры поверхностного слоя воды, ряда сервисных параметров и терминал спутниковой связи, адаптированный под систему Argos. Развёртывание дрифтеров может осуществляться практически с любогоносителя (самолёт, вертолёт, судно) в любой точке Мирового океана. Данные об измеряемых параметрах (атмосферное давление, температура воды, координаты и др.) через систему Argos предоставляются пользователю практически в реальном масштабе времени. Время жизни дрифтера достигает нескольких лет. Всё это, с учётом относительно небольшой стоимости, делает эти платформы одним из наиболее эффективных средств исследования Мирового океана.

В настоящее время среди мировых производителей SVP-B бародрифтеров прочное место заняла НПФ «Марлин-Юг» (Севастополь, Украина). Выпускаемые фирмой дрифтеры успешно эксплуатируются в различных районах Мирового океана. В последние годы в рамках ряда международных программ значительно активизировались дрифтерные исследования Чёрного моря. Карта на рисунке 2

дрейфов буёв, развёрнутых только в декабре 2001 г., даёт представление об уровне развития таких исследований.

Очевидная перспективность дрифтерных исследований определяет актуальность задачи повышения информативности данных, получаемых с помощью таких средств измерения.

В число измеряемых SVP-B дрифтером параметров, кроме основных (давление, температура) входят также сервисные – напряжение питания и погружения (SubM). SubM характеризует процентное соотношение времён надводного и подводного положения поплавка дрифтера и используется главным образом для определения целостности подводного паруса дрифтера: близкие к нулевым показания канала погружения косвенно

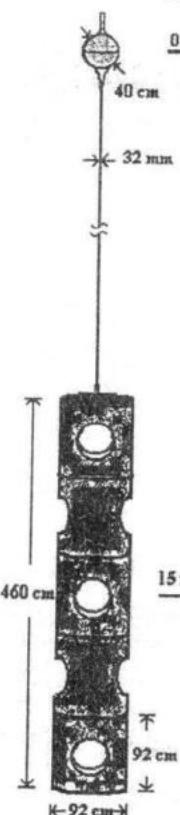


Рис. 1 - Конструкция SVP-B дрифтера

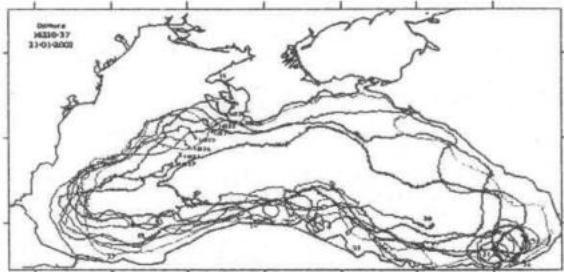


Рис. 2 - Карта дрейфов буёв, развёрнутых в Чёрном море 25 декабря 2001г.

свидетельствуют об обрыве паруса. Вместе с тем парус в системе дрифтера относительно короткопериодных ветровых волнений, характерных для Чёрного моря, может рассматриваться как стационарная платформа. Поведение поплавка, связанного с такой платформой, в значительной степени определяется волновыми процессами. Исходя из этого мы предположили, что должна существовать взаимная корреляция между результатами измерения погружения дрифтера и уровнем волнения. Наличие такой связи позволило бы использовать дрифтер в качестве волнографа даже при существующем алгоритме его работы и без каких-либо аппаратных изменений.

Мы попытались проверить эти предположения по данным, полученным с нескольких дрифтеров, развёрнутых в Чёрном море в октябре 2001 г. (буи №№ 33349, 33352), декабре 2002г. (буи №№ 16330, 16331, 16334, 16335, 16337) и марте 2002 г. (буи №№ 34829, 34830, 34834).

С точки зрения получения оценок волновых процессов существующий алгоритм работы дрифтера имеет ряд особенностей, связанных с установленным видом данных в формате сообщения Argos [2]. Данные по каналу измерения погружения представляют собой результат осреднения 1800 единичных ежесекундных отсчётов, выполняемых в течение 30 минут один раз в час. Эти данные передаются по спутниковому каналу связи в течение последующего часа. Поскольку в существующем формате сообщения содержатся только последние данные канала измерения погружения, то есть без истории, а среднее время между пролётами спутников составляет около двух часов, то минимально возможный временной разрешаемый масштаб h также приблизительно равен двум часам. В данном случае рассматривается оценивание энергетического спектра и, согласно [3], интервал дискрет-

ности может быть принят равным 0,4 наименьшего «периода» в реализации. Таким образом, существующий алгоритм работы дрифтера потенциально позволяет оценивать энергетический спектр волнения в диапазоне частот $f_c \leq \cdot 0,4/h \sim (5...6) \cdot 10^{-5}$ Гц, [3]. На рисунке 3 в качестве примера представлены результаты таких оценок, рассчитанные по данным SVP-B дрифтеров, полученным в декабре 2001 г., марте и июне 2002 г. Все полученные спектрограммы имеют чётко выраженные максимумы на частотах, соответствующих преобладающим частотам колебаний интенсивности волнения, обусловленных цикличностью процесса его развития. Эти результаты достаточно хорошо согласуются с данными многолетних наблюдений за ветровым волнением в Чёрном море [4].

В начале февраля 2003 г. в Чёрном море были развёрнуты четыре SVP-B дрифтера. В ходе этого эксперимента мы получили возможность сравнить результаты измерения SubM с данными о скорости ветра, полученными по сети Internet. На сайте www.wetteronline.de приводятся данные о скорости и направлении ветра, в частности, для южной части Чёрного моря. Именно в этом регионе в марте - мае месяцах 2003 г. находились буи №№ 40419 - 40422. Что касается временных масштабов сравниваемых данных, то информация о скорости ветра на сайте приводится в течение суток на каждый третий час, что, с учётом инерционности процессов, достаточно хорошо совпадает с дискретностью поступления данных измерения SubM (в среднем, как указывалось, приблизительно 2 часа). Пример со-поставления для дрифтера № 40420 представлен на рисунке 4. Аналогичные результаты получены для остальных буёв. Среднее значение коэффициент взаимной корреляции составило $\sim 0,75$.

Полученные данные показывают возможность оценивания энергетических характеристик мезомасштабной, суточной и сезонной изменчивости волновых процессов в черноморском бассейне по данным канала измерения погружения стандартного SVP-B дрифтера.

Работа выполнена при частичной поддержке Украинского Научно-Технического Центра (проект № 2241).

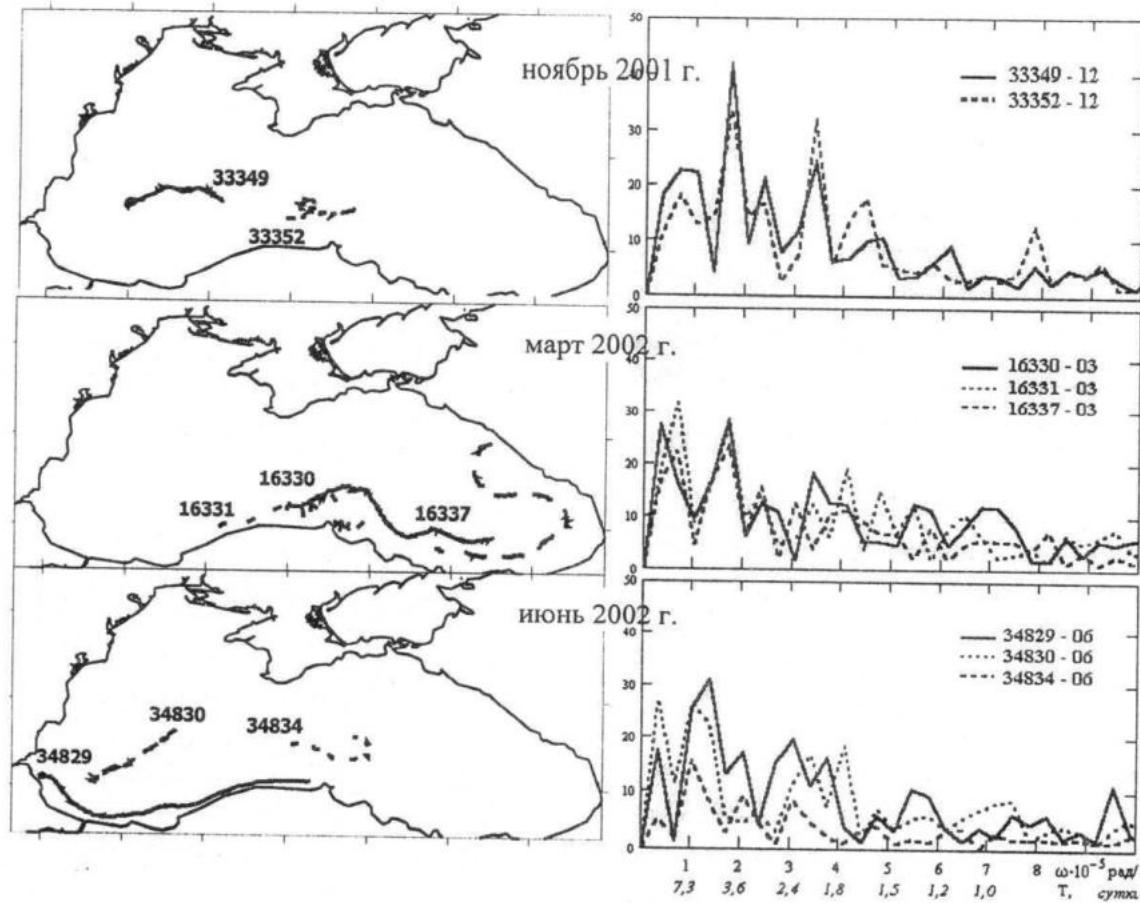


Рис. 3 – Спектральные плотности результатов измерения времени подводного положения дрифтера

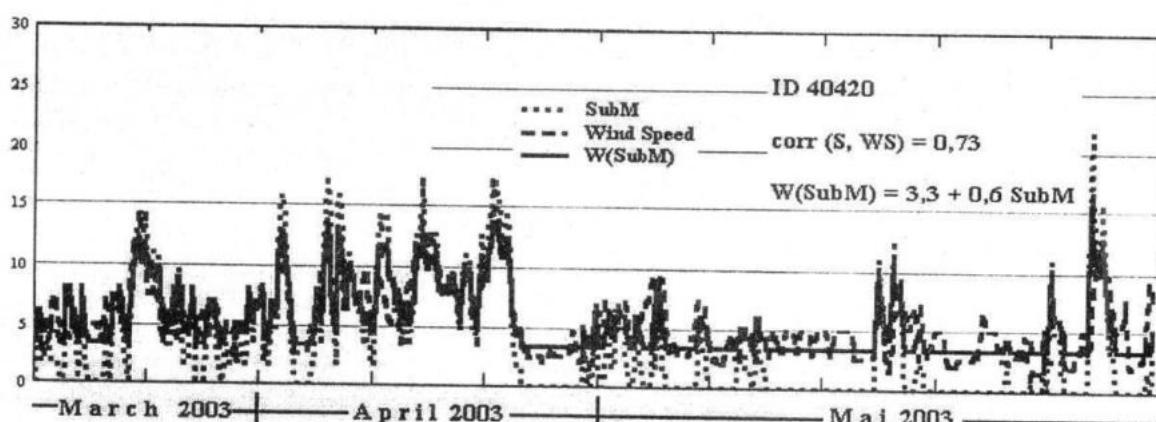


Рис. 4 – Сопоставление данных канала измерения времени подводного положения дрифтера (SubM) со скоростью ветра (Wind Speed)

ЛИТЕРАТУРА

1. Sybrandy A.L., Martin C., Niiler P.P. WOCE surface velocity programme. Barometer drifter construction manual. DBCP technical document, No.4, 1995. – 63 p.
2. Reference guide to the GTS SUB-system of the ARGOS processing system. Revision 1. DBCP technical document No.2, 2001. – 83 p.
3. Бендат Дж., Пирсол А. Измерение и анализ случайных процессов. Издательство «Мир». – Москва, 1971. – С. 313.
4. Ветер и волны в морях и океанах. Справочные данные. Издательство «Транспорт». – Ленинград, 1974. – С. 154-160.