

ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПЕРИОДОВ ВЕТРОВЫХ И ИНФРАГРАВИТАЦИОННЫХ МОРСКИХ ВОЛН ПО ДАННЫМ ЛАЗЕРНО-ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ПРИБОРА

Антонов В.А., Долгих С.Г.

*Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичёва, г. Владивосток
antonov.va@poi.dvo.ru*

В настоящее время существует множество работ, посвященных изучению характеристик инфрагравитационных волн (ИГВ) их зависимостям от характеристик ветровых волн и волн зыби. Так в работах [1, 2] показано, что существует определенная связь между периодами ИГВ и ветровых волн. По мнению авторов, возрастание периодов ветровых волн приводит к возрастанию соответствующих периодов, связанных с ними ИГВ, причем данная зависимость выражается линейной функцией. Существует ряд исследований в которых утверждается, что периоды ИГВ не зависят от периодов гравитационных волн. Такие выводы были получены в работе [3], на основе анализа спектров различных участков данных, полученных с 52,5-метрового берегового лазерного деформографа.

В данной работе проводится исследование зависимости периодов ветровых и инфрагравитационных волн по данным лазерного измерителя вариаций давления гидросферы (ЛИВДГ). Измерения исследуемых волновых процессов проводились на морской экспериментальной станции «м. Шульца» ТОИ ДВО РАН. Прибор был установлен на шельфе Японского моря на глубине 20 метров. Подробное описание принципа работы и технические характеристики прибора даны в работе [4]. Для анализа выбирались различные участки записи накопленных в период 2007–2024 г. Длины проанализированных непрерывных массивов данных достигали нескольких дней. В рассматриваемые периоды морское волнение сменялась от низкой регулярной зыби, до высокой волновой активности, вызванной проходящими по акватории Японского моря тайфунами и локальными вихрями.

Данные полученные с ЛИВДГ представляют собой часовые файлы записанные с частотой дискретизации 1000 Гц. Первоначальная обработка представляла данных собой фильтрацию низкочастотным фильтром с 3000 точечным окном Хэмминга до граничной частоты 1 Гц с последующей децимацией до 2 Гц. После этого проводилась повторная фильтрация в диапазонах частот гравитационных и инфрагравитационных волн. Для каждой часовой записи строился амплитудный спектр вариаций гидросферного давления с использованием алгоритма БПФ. В полученных спектрах выделялись периоды, соответствующие амплитудным максимумам в диапазоне гравитационных и инфрагравитационных волн.

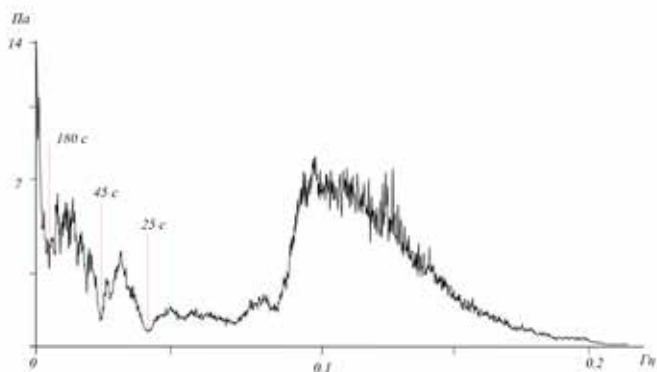


Рис. 1. Типичный амплитудный спектр для шельфа открытой части Японского моря

На основе предварительного анализа установлено наличие значительных спектральных составляющих в диапазоне периодов 25 – 180 с, существование которых зависит от погодных условий и морского волнения. На большинстве амплитудных спектров в диапазоне ИГВ можно выделить три диапазона периодов. Первым идет диапазон, объединяющий инфрагравитационные волны с периодами от 25 до 45 с. Данный волновой пакет достаточно устойчив во времени, и имеет схожий вид на большинстве других спектров. Средние значения периода, соответствующие амплитудным максимумам для данной области, составляет 34 с. Вторым можно выделить участок от 45 до 180 с. Форма данного пакета имеет

сложную структуру, состоящую из нескольких спектральных максимумов, амплитуда и период, которых меняется во времени. Тем не менее можно выделить несколько спектральных максимумов наблюдаемых наиболее часто в данной области со средним значением периодов 53, 65, 95 с. Последний диапазон с периодами более 180 с представляет собой низкочастотную область, в которой не наблюдается явно выраженные спектральные максимумы на большинстве рассматриваемых спектров. Диапазон, соответствующий периодам от 5 до 25 с, обычно относят к ветровым волнам и вол-

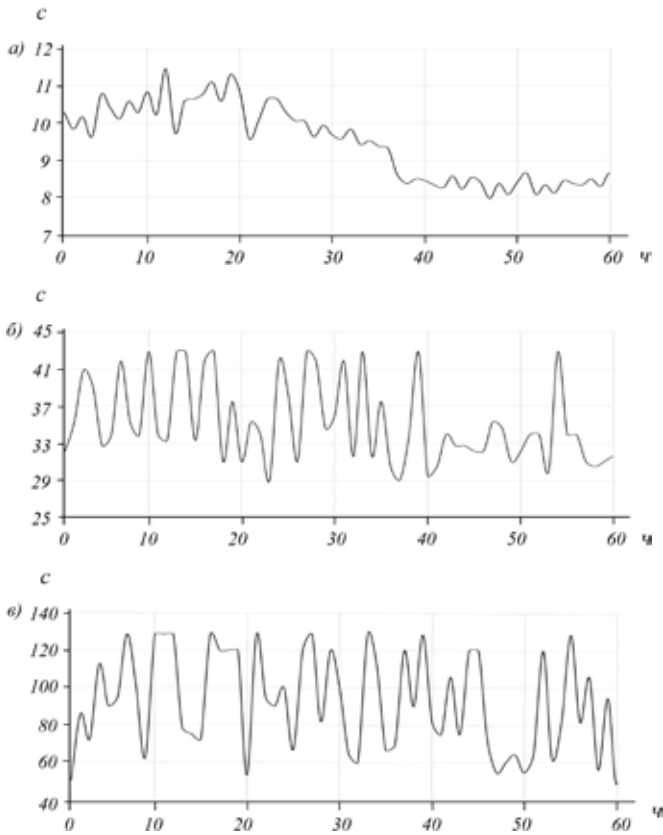


Рис. 2. График зависимости периода, соответствующего спектральному максимуму от времени: а) в диапазоне 5–25 с., б) в диапазоне 25–45 с., в) в диапазоне 45–180 с. 30 июня–2 июля 2024 г.

нам зыби. Однако следует отметить, что на всех проанализированных спектрах, ветровых волн и волн зыби с периодами более 14 с не наблюдается. Данное описание справедливо для большинства амплитудных спектров и спектрограмм, построенных для данного района. Описание региональных особенностей инфрагравитационных морских волн для бухты Витязь, и открытой части Японского моря рассматриваются в работе [5].

Анализ спектров участков записей лазерного измерителя вариаций давления гидросферы за разные периоды времени, показал, существенной зависимости между изменением периодов гравитационных, и инфрагравитационных волн в диапазонах 25–45 с и 45–180 с не наблюдается.

Так, например, на рисунке 2 изображен график изменения периодов, соответствующих амплитудным максимумам в диапазонах гравитационных и инфрагравитационных волн для атмосферного вихря, проходившего по акватории Японского моря с 30 июня по 2 июля 2024 г.

На спектре ветровых волн хорошо видно уменьшение периодов с 11,7 до 8,2 с, однако схожего характера поведения в диапазоне ИГВ не наблюдается. Коэффициент корреляции рассчитанный для диапазонов 25–45 с, и 45–180 в среднем составляет соответственно 0,34 и 0,23.

Литература

1. Бычков В.С., Стрекалов С.С., Морские нерегулярные волны. – М: Наука, 1971. –132 с.
2. Рыбка В.Г., Иваненко Э.В., Трансформация одномерного частотного спектра в зоне прибоя // В сб.: Натурные и экспериментальные исследования в области морской берегозащиты. – М., ВНИИТС. – 1984. – С. 88-101.
3. Алексеев А.В., Валентин Д.И. и др. Регистрация инфрагравитационных волн на границе гидросфера-литосфера береговым лазерным деформографом // ДАН. 2003. Т. 389, № 2. С. 244-246.
4. Долгих Г.И., Будрин С.С., Долгих С.Г., Ковалев С.Н., Плотников А.А., Чупин В.А., Швец В.А., Яковенко С.В. Лазерный измеритель вариаций давления гидросферы в гидроакустических и океанологических исследованиях // Подводные исследования и робототехника. 2007. № 1(3). С. 40-45.
5. Яковенко С.В., Швец В.А., Будрин С.С. Региональные особенности инфрагравитационных морских волн в диапазоне от 20 до 300 с // Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2021. Т. 3, вып. 4. С. 355-372.