

Научные сообщения

УДК 551.465

© А.В.Зимин^{1,2}, А.А.Родионов¹, Р.Э.Здоровеннов³, Д.А.Романенков¹, О.И.Шевчук², М.А.Родионов¹, Г.В.Жегулин^{1,2}, 2012

¹Санкт-Петербургский филиал Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН

²Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург

³Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, г.Петрозаводск

zimin2@mail.ru

ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРОТКОПЕРИОДНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В БЕЛОМ МОРЕ В ИЮЛЕ–АВГУСТЕ 2012 г. С НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СУДНА «ЭКОЛОГ»

Приводятся сведения об экспедиции Санкт-Петербургского филиала Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН. Цель работ экспедиции – сбор гидрометеорологических данных для изучения локальной изменчивости гидрофизических полей, связанной с приливными колебаниями, в различных по гидрологическим условиям районах Белого моря.

Ключевые слова: внутренние волны, контактные измерения, спутниковые радиолокационные снимки, Белое море.

Экспедиционные исследования на НИС «Эколог» проводились в Онежском, Двинском заливах, бассейне и Горле Белого моря с 17 июля по 8 августа 2012 г. Работы выполнялись Санкт-Петербургским филиалом Института океанологии им. П.П.Ширшова РАН (СПбФ ИО РАН) совместно с Российским государственным гидрометеорологическим университетом (РГГМУ) и Институтом водных проблем Севера КарНЦ РАН (ИВПС РАН).

Научная программа рейса была утверждена руководством СПбФ ИО РАН и направлена на изучение локальной изменчивости гидрофизических полей, связанной с приливными колебаниями, в различных по гидрологическим условиям районах Белого моря. В рамках программы выполнялись судовые наблюдения и дистанционный спутниковый мониторинг акватории моря. Кроме того, ведущими специалистами СПбФ ИО РАН и лаборатории спутниковой океанографии РГГМУ был проведен научно-образовательный семинар для студентов, проходящих производственную практику.

Экспедиционные исследования выполнялись в двух районах моря: южном, включающем проливы Западная и Восточная Соловецкие салмы, южную часть бассейна и Онежский залив, и северном, охватывающем район по границе бассейна и Горла Белого моря, а также Двинской залив (рис.1). Указанные районы были определены на подготовительном этапе по данным обработки радиолокационных изображений ENVISAT ASAR и анализа результатов предыдущих исследований [1–4]. В этих регионах было зарегистрировано максимальное количество поверхностных проявлений пакетов короткопериодных внутренних волн с июня по август 2010 г.

В ходе экспедиционных работ были выполнены специальные полигонные эксперименты с привязкой данных к фазе приливных колебаний уровня и течений, сочетающие учащенные океанографические станции (сканирования) и буйковые станции с приборами, которые производят измерения с дискретностью близкой к частоте Вэйсяля–Брента на нескольких горизонтах. Всего было выполнено восемь полигонов. На каждом из них выполнялись одна-две мелкомасштабные океанографические съемки и устанавливались буйковые станции.

Каждая съемка состояла из трех-четырех разрезов (9–15 океанографических станций). Время выполнения съемок составляло не более 2–3 ч, что позволило четко привязаться к разным

фазам прилива. Всего выполнено 13 съемок, которые включали 154 станции. Измерения выполнялись мультипараметрическим зондом STD90М (Германия).

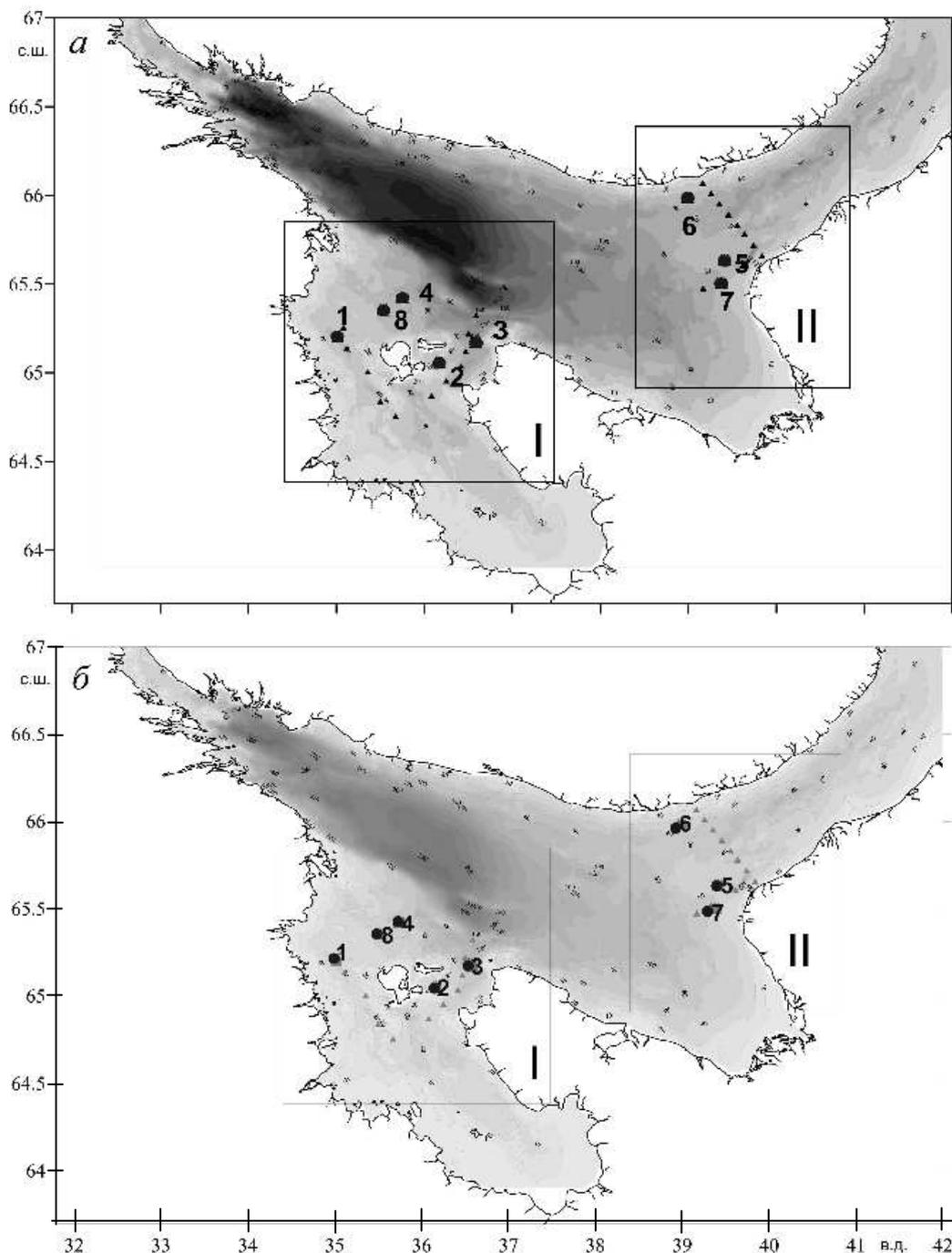


Рис.1. Расположение районов работ (а) и схема гидрологических станций (б), выполненных с борта НИС «Эколог» в период с 17 июля по 8 августа 2012 г. 1–8 – номера полигонов с суточными станциями; районы: I – южный, II – северный.

Дополнительно на каждом полигоне устанавливались системы из трех буйковых станций, расположенных треугольником со сторонами около 1–2 км. Продолжительность наблюдений составляла более суток, что позволяло охватить 2–3 приливных цикла гармоника M_2 . С целью увеличения качества получаемой информации была разработана единая методика выполнения работ на полигонах. На южной и северной границах устанавливались доплеровские профилографы течений ADP SonTek-500 (США) и ADCP WHS-300 (США), оснащенные датчиками давления и температуры. Дискретность измерений составляла 2 мин. На этих же станциях в область

термоклина вывешивалось по одному прибору «Вектор-2» (Россия), фиксирующему температуру воды, скорость и направление течений с дискретностью 30 с. В центральной части полигона на горизонтах 9, 12, 15, 18, 21, 24 м с помощью электромагнитных измерителей JFE Alec (Япония) определялись скорость и направление течений с дискретностью 2 мин. В этой же точке сканировалась водная толща от поверхности до дна зондами CTD90M и SBE-25 (США); «спуск» и «подъем» зонда занимал примерно 1–2 мин. Сканирования велись непрерывно в течение 25–26 ч при переменном использовании обоих зондов. Пример регистрации короткопериодных внутренних волн в поле температуры приведен на рис.2.

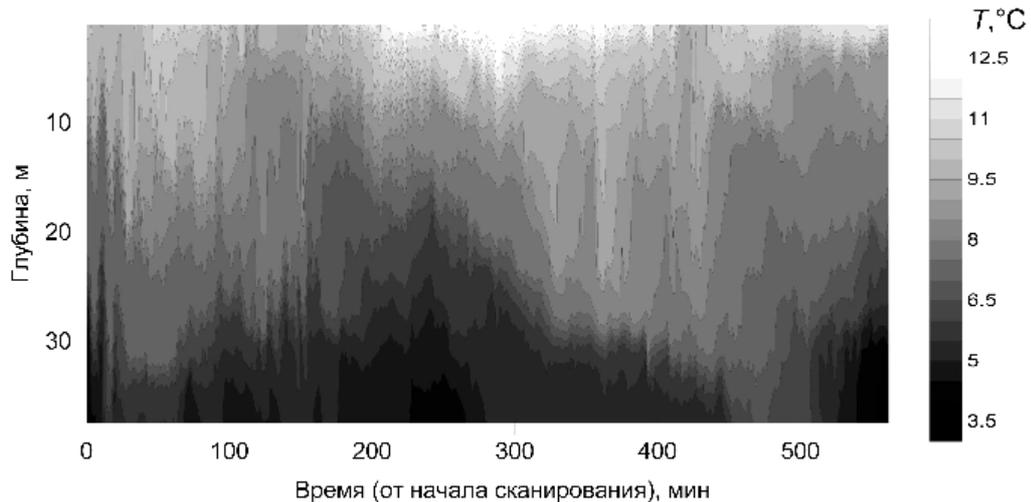


Рис.2. Временная изменчивость температуры по данным измерений СТД-зондом на полигоне № 3 с 6:26 до 15:48 23.07.2012 г.

На разрезе через Горло Белого моря на каждой гидрологической станции и на двух суточных станциях в северном и южном районах были выполнены измерения изменчивости показателя ослабления света морской водой с помощью оптического гидрофизического зонда, разработанного в СПбФ ИО РАН [5]. Измерения на станциях выполнялись с дискретностью 15 мин.

Всего за время экспедиции было выполнено 497 океанографических станций. Поставлено 18 автономных буйковых станций. Общее время сканирований составило 149 ч 11 мин.

Обработка данных выполнялась с помощью специализированного программного обеспечения, созданного в СПбФ ИО РАН [6].

На этапе предварительного анализа результатов экспедиции было установлено, что:

- несмотря на небольшую глубину и сильные приливные течения, в шельфовых районах Белого моря летом наблюдается хорошо выраженный пикноклин (термоклин), в котором генерируются и распространяются внутренние волны;
- на всех исследуемых полигонах поле внутренних волн состоит из двух основных компонент: приливных волн полусуточного периода и короткопериодных волн;
- в глубоководной части шельфа в районе бассейна наиболее интенсивное внутреннее волнение имеет полусуточный период и отмечается в слое придонных вод;
- в мелководной части шельфа бассейна в прилив наблюдаются внутренняя приливная волна в виде бора,двигающаяся к берегу, а в отлив – группы короткопериодных интенсивных внутренних волн;
- вблизи фронтальных зон наблюдаются разнонаправленные пакеты внутренних волн не связанные с фазой приливного цикла.

В ходе экспедиционных работ во второй половине рейса был выполнен подспутниковый эксперимент с использованием данных радиолокатора, снабженного синтезированной апертурой, по дистанционному космическому мониторингу у морской поверхности. На основании полученных в оперативном режиме рекомендаций был развернут гидрофизический полигон, через который наблюдалось прохождение цугов внутренних волн. Результаты подспутникового эксперимента могут стать основой для совершенствования методов интерпретации спутниковых данных для Белого моря.

Часть работ выполнена в рамках гранта Правительства РФ (договор № 11.G34.31.0078) для поддержки исследований под руководством ведущих ученых, а также в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (мероприятие 1.2.2. – Поддержка научных исследований, проводимых группами под руководством кандидатов наук по научному направлению «Науки о Земле» в области «Океанология»).

Литература

1. Волженский М.Н., Родионов А.А., Семенов Е.В., Филатов Н.Н., Зимин А.В., Булатов М.Б. Опыт верификации оперативной модели для мониторинга гидрофизических полей Белого моря в 2004–2008 гг. // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2009. № 3(5). СПб.: Наука, 2009. С.33–41.
2. Зимин А.В., Николаев В.Г. Экспериментальное исследование связи внутренних волн с радиационной температурой по данным наблюдений в прибрежном районе Белого моря // *Тр. ЦНИИ им.акад. А.Н.Крылова*. СПб., 2010. Вып.51(335). С.181–186.
3. Зимин А.В. Внутренние волны на шельфе Белого моря по данным натурных наблюдений // *Океанология*. 2012. Т.52, № 1. С.16–25.
4. Родионов А.А., Семенов Е.В., Зимин А.В. Развитие системы мониторинга и прогноза гидрофизических полей морской среды в интересах обеспечения скрытности и защиты кораблей ВМФ // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2012. Т.5, № 2. СПб.: Наука. С.89–108.
5. Левин И.М., Родионов М.А., Французов О.Н. Погружаемый измеритель показателя ослабления света морской водой // *Оптический журн*. 2011. № 5. С.59–63.
6. Зимин А.В., Родионов А.А., Муравьев Е.В., Покровская Н.Е. Специализированное программное обеспечение для исследования характеристик внутренних волн // *Тр. XI Всерос. конф. «Прикладные технологии гидроакустики и гидрофизики»*. СПб.: Наука, 2012. С.311–312.

Статья поступила в редакцию 28.08.2012 г.

