

## О НАБЛЮДЕНИИ ИНТРУЗИИ ОТНОСИТЕЛЬНО ТЕПЛОЙ ВОДЫ В УСТЬЕ ЧУПИНСКОЙ ГУБЫ БЕЛОГО МОРЯ В МАРТЕ-АПРЕЛЕ 2004 ГОДА

А.В. Толстиков

*Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН*

### Введение

Чупинская губа расположена на Карельском берегу Кандалакшского залива Белого моря, протягиваясь практически субширотно с запада на восток и находясь в 20 км к югу от Северного полярного круга. Площадь зеркала Чупинской губы – 57 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 20 м, а у мыса Картеш – 65 м (Бабков, 1998). Благодаря достаточно широкому устью и относительно большим глубинам водообмен с Кандалакшской губой свободный, поэтому гидрологический режим в этих соседних губах носит аналогичный характер. Вертикальная структура вод двухслойная. Характерной особенностью гидрологического режима Чупинской губы Белого моря является наличие выраженной стратификации вод, и граница между двумя водными массами варьирует в пределах 35-55 м. Прямая температурная стратификация наблюдается большую часть года в безледный период, осенью сменяясь изотермией при развитии конвекции и зимой – обратной стратификацией при выхолаживании поверхностной водной массы.

Все Белое море (и Чупинская губа в частности) является примером довольно неоднородного распределения солености по поверхности из-за локализации и относительной мощности основных источников опреснения – рек. Кроме этого, ощутимое влияние на распределение солености оказывает перенос вод постоянными течениями, перемешивание слоев мощными приливными течениями и в несколько меньшей степени – опреснение и осолонение за счет таяния и образования льда.

### Материалы и методы

Исследование режима температуры и солености водной толщи Чупинской губы (рис. 1), скорости и направления течений по разрезу: ст. 7 (ББС «Картеш») – ст. 17 (о. Кереть), а также колебаний уровня велись с 29 марта по 9 апреля 2004 г. При помощи CTD-зонда «Quanta» (производитель «Hydrolab», США) определялись гидрологические характеристики: температура и соленость ( $\pm 0.2$ , 0.01 соответственно, точность и разрешение прибора). Результаты полученных данных показали, что для устьевой части Чупинской губы в это время года характерно зимнее распределение гидрологических параметров. Наименьшая температура воды на поверхности колебалась от  $-0.28$  до  $-1.55^{\circ}\text{C}$  в зависимости от расположения станции и внутренних гидрофизических процессов, таких, например, как мощность приливотливных течений, перемешивающих слои воды. Поверхностный слой имеет и наименьшую соленость – от 11.1 до 25.0‰, в силу распростране-

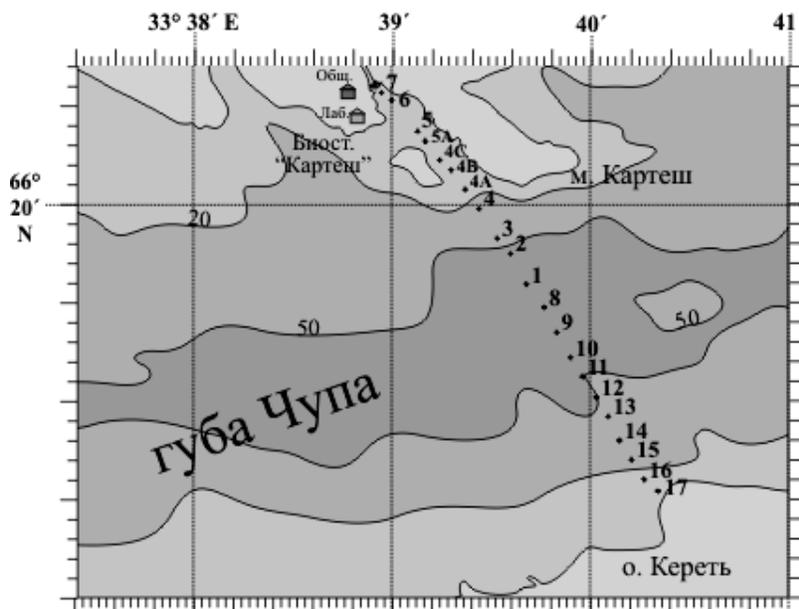


Рис. 1. Схема расположения станций гидрологических исследований в устье Чупинской губы

ния подо льдом пресного стока, по данным А.И. Бабкова (Бабков, 1998). Скорости течений определялись при помощи измерителя ИСТ-1, включающего в себя вертушку ВГ-1 с рабочим диапазоном 0.06-5.00 м/с.

### Результаты и обсуждение

В период наших измерений температура воды Чупинской губы от поверхности до горизонта 18-20 м закономерно понижалась, затем, меняя знак на противоположный, глубже постепенно повышалась. На 35-45 м отмечена зона термоклина. Непосредственно у дна температура и соленость были максимальными и составляли соответственно  $-0.4^{\circ}\text{C}$  и 28‰. Однако наблюдаемое распределение температуры не полностью соответствовало классическому, характерному для данного сезона (Дерюгин, 1928; Тимонов, 1947; Белое море, 1991). Так, на глубине 4-8 м в период развития приливной волны отмечался относительно теплый слой воды с температурой на  $0.2-0.8^{\circ}\text{C}$  более высокой по сравнению с верхними и нижними слоями (рис. 2). Интрузия относительно теплой воды отмечена и на станциях с 12 по 15 (рис. 3).

Наблюдаемые изменения в слое 4-8 м проявлялись только по температурному показателю и совсем не регистрировались по солености (рис. 2). Как такового галоклина не выделено. В целом соленость от поверхности до дна плавно повышалась от 26.8‰ сразу подо льдом до 28.0‰ у дна. На рис. 4 показан разрез через устье Чупинской губы.

По нашим данным, во время прилива в точке D1 направление течения составляло  $265-270^{\circ}$  при скорости около 10-15 см/с в слое 1-5 м глубины, достигая максимальных значений на 10 м (24-26 см/с). На глубинах 20-35-40 м скорость понижалась до 20 см/с. В отливную фазу направление течения менялось на противоположное и составляло  $85-95^{\circ}$  при скоростях несколько более слабых (примерно на 5-8 см/с) по всем горизонтам. Глубже 40 м скорости постепенно понижались до 6 см/с и менее.

Объяснением явления интрузии относительно теплой воды может стать предположение об имевшей место адвекции тепла от более прогретой весенним солнцем полыньи, замеченной 8 апреля в устье Чупинской губы с мыса Каргеш и удаленной от станции D1 приблизительно на 3 км. Эта относительно теплая вода, вероятно, с приливной волной распространяется подо льдом от полыньи в сторону вершины губы. При развитии максимальной скорости приливного течения «теплый» слой постепенно начинает заглубляться; затем, полностью перемешиваясь с соседними нижележащими слоями, он размывается. Однако, к сожалению, подтвердить это инструментально не удалось.

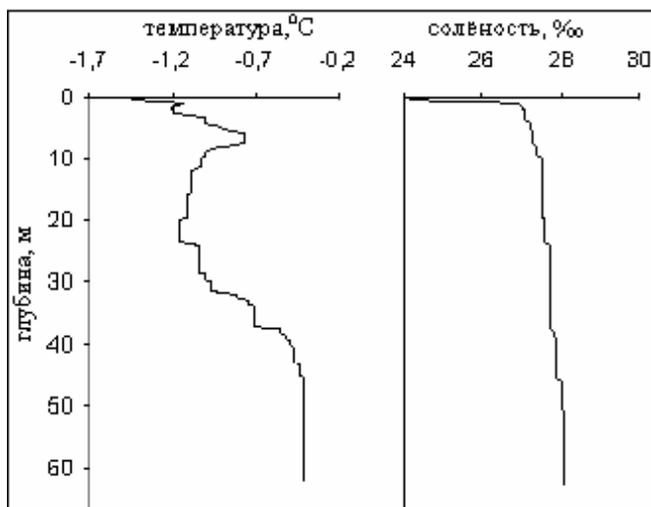


Рис. 2. Распределение температуры и солености в период развития приливной волны (ст. 1, 27 марта, 15:55)

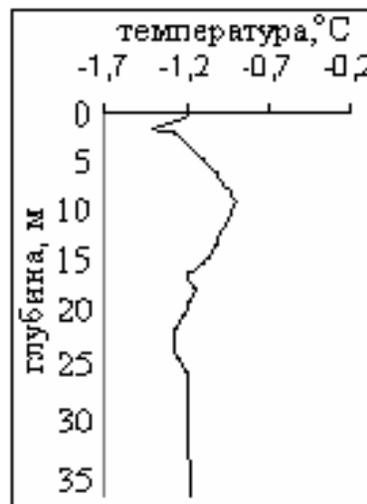


Рис. 3. Распределение температуры в период развития приливной волны (ст. 14, 2 апреля, 16:56)

Сравнение графиков температуры водной толщи 27 марта и 7 апреля на станции D1 в середине приливной фазы показало, что за 10 дней наблюдений произошло небольшое повышение температуры воды по всем горизонтам при сохранении общей тенденции ее изменения (рис. 5).

**Заключение**

Для проверки гипотезы распространения тепла от полыньи на расстояние 3 км необходимы дополнительные исследования в районе мыса Картеш, а именно сравнительная регистрация температуры и солености водной толщи ст. D1 (декадной) и в полынье при помощи автоматических буйковых станций (АБС), регистрирующих гидрологические параметры в фазу прилива и отлива (от поверхности моря до горизонта 20 м через 0.5 м). Для точного определения фаз приливо-отливного цикла необходимо вести запись приливных колебаний уровня моря.

Полученные закономерности распределения температуры и солености воды в это время года в устье Чупинской губы подтверждаются данными литературных источников (Белое море, 1995; Бабков, 1998), за исключением наблюдавшейся интрузии относительно теплой воды, по нашим сведениям ранее в Белом море не регистрировавшейся.

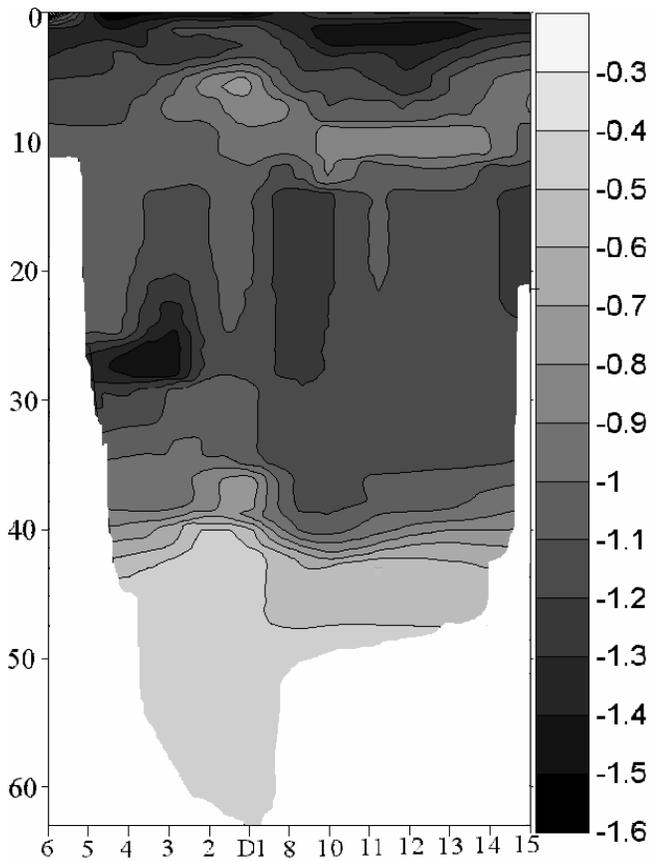


Рис. 4. Разрез ст. 6 – ст. 15

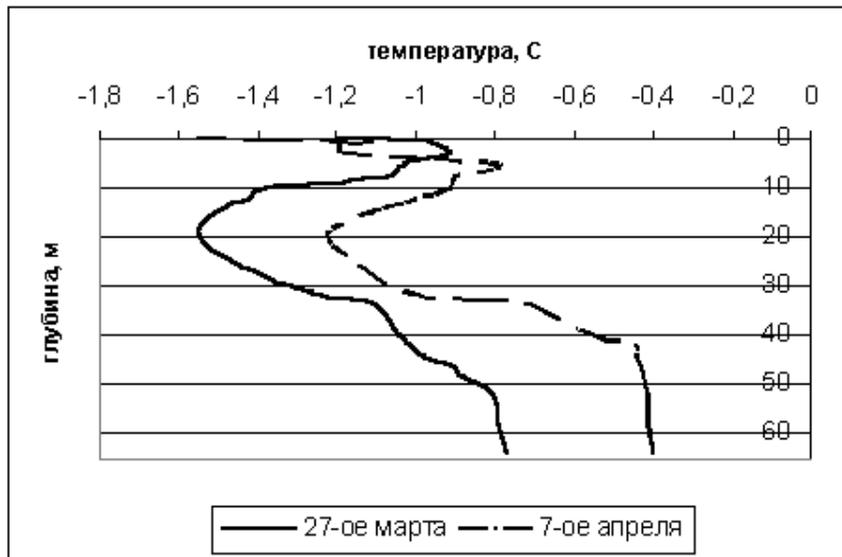


Рис. 5. Сравнительные графики хода температуры воды на станции D1

**Литература**

- Бабков А.И. Гидрология Белого моря. СПб., 1998. 94 с.  
Белое море. Справочник «Проект «Моря СССР». Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. II. Вып. I. Гидрометеорологические условия. Л., 1991. 240 с.  
Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. СПб., 1995. 250 с.  
Дерюгин К.М. Фауна Белого моря. Л.: Изд., 1928. 510 с.  
Тимонов В.В. Схема общей циркуляции вод бассейна Белого моря и происхождение его глубинных вод // Труды гос. океанограф. ин-тута. 1947. Вып. I. С. 118-131.