

УДК 551.46(265.7)

## ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ И ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ВОД В РАЙОНЕ АРХИПЕЛАГА АРГЕНТИНСКИЕ ОСТРОВА В ФЕВРАЛЕ-МАРТЕ 2002 г.

Ю.В. Артамонов, А.С. Романов, Ю.Л. Внуков, П.Д. Ломакин, А.А. Перов, И.И. Степура

*Морской гидрофизический институт, Севастополь,  
e-mail: [ocean@mhi2.sebastopol.ua](mailto:ocean@mhi2.sebastopol.ua)/Fax:380(0692)444253*

**Реферат.** На основе обработки и анализа данных экспериментальных океанографических исследований, которые были выполнены в феврале-марте 2002 года на акватории межостровной зоны архипелага Аргентинские о-ва в ходе 7-ой украинской антарктической экспедиции, выявлены особенности вертикальной стратификации гидрологических и гидрохимических элементов. Представлены и проанализированы сведения о течениях. Результаты сопоставлены с данными предыдущих океанографических исследований региона, проведенных в рамках первых трех национальных морских экспедиций в Антарктику. Показано, что большое количество плавучего льда в летний сезон в районе станции сопровождается аномальными гидрологическими условиями и слабой динамикой вод.

**Особливості гідрологічної і гіdroхімічної структури вод у районі архіпелагу Аргентинські острови в лютому-березні 2002 р.** Ю.В. Артамонов, О.С. Романов, Ю.Л. Внуков, П.Д. Ломакин, А.А. Перов, І.І. Степура

**Реферат.** На основі обробки та аналізу даних експериментальних океанографічних досліджень, проведених у лютому-березні 2002 року на акваторії міжострівної зони архіпелагу Аргентинські о-ви в ході 7-ої української антарктичної експедиції, виявлені особливості вертикальної стратифікації гідрологічних і гіdroхімічних елементів. Подані і проаналізовані відомості про течії. Результати порівнювались з даними попередніх океанографічних досліджень регіону, проведених у рамках перших трьох національних морських експедицій в Антарктику. Показано, що велика кількість плавучого льоду в літній сезон у районі станції супроводжується аномальними гідрологічними умовами і слабкою динамікою вод.

**Peculiarities of the hydrological and hydrochemical water structure in the region of Argentine Islands in February-March 2002** by Yu. Artamonov, A. Romanov, Yu. Vnukov, P. Lomakin, A. Perov, I. Stepura

**Abstract.** The structure and variability of the thermohaline and hydrochemical elements and the characteristics of the currents in the region of Argentine Islands are analyzed on the basis of oceanographic observations during the 7th Ukrainian Antarctic Expedition (February-March 2002). The results of the 7th Ukrainian Antarctic Expedition and the results of previous Ukrainian expeditions to Antarctica are compared. It is shown that in summer season the ice fields have an impact on the water structure and currents.

**Keywords:** Argentine Islands, thermohaline and hydrochemical elements, characteristics of the currents

### 1. Введение

В феврале-марте 2002 года в ходе 7-ой украинской антарктической экспедиции на экспедиционном судне “Горизонт” на акватории межостровной зоны архипелага Аргентинские острова, где расположена украинская антарктическая станция Академик Вернадский, были проведены океанографические исследования. Архипелаг Аргентинские острова расположен в море Беллинсгаузена на западном шельфе Антарктического полуострова и представляет собой группу относительно крупных и мелких островов и скал. Акватория архипелага имеет протяженность 3,5 мили в направлении северо-восток – юго-запад и 2,5 мили – в направлении северо-запад – юго-восток. Архипелаг отделен от Антарктического материка проливом Пенола шириною около 7 миль. Основные судоходные каналы – Французский и Мик (Люция, 1986) (рис. 1). Исследования, проведенные здесь в ходе предыдущих морских украинских экспедиций в Антарктику (в марте 1997 и 1998 гг., в марте-апреле 2000 г), выявили чрезвычайно сложную кинематическую и термохалинную структуру вод (Артамонов и др., 1997; Булгаков та ін., 1999; Булгаков и др., 1999, Булгаков та ін., 2001).

Цель эксперимента заключалась в изучении структуры и изменчивости гидрофизических и гидрохимических параметров, как важных составляющих экологического комплекса среды, а

также в исследовании системы локальных течений для пополнения информацией современных лоций региона и обеспечения навигационными сведениями антарктических экспедиций. Эксперимент включал выполнение четырех многочасовых океанографических станций, а также многочасовые измерения течений у острова Галиндез и на якорных стоянках судна.

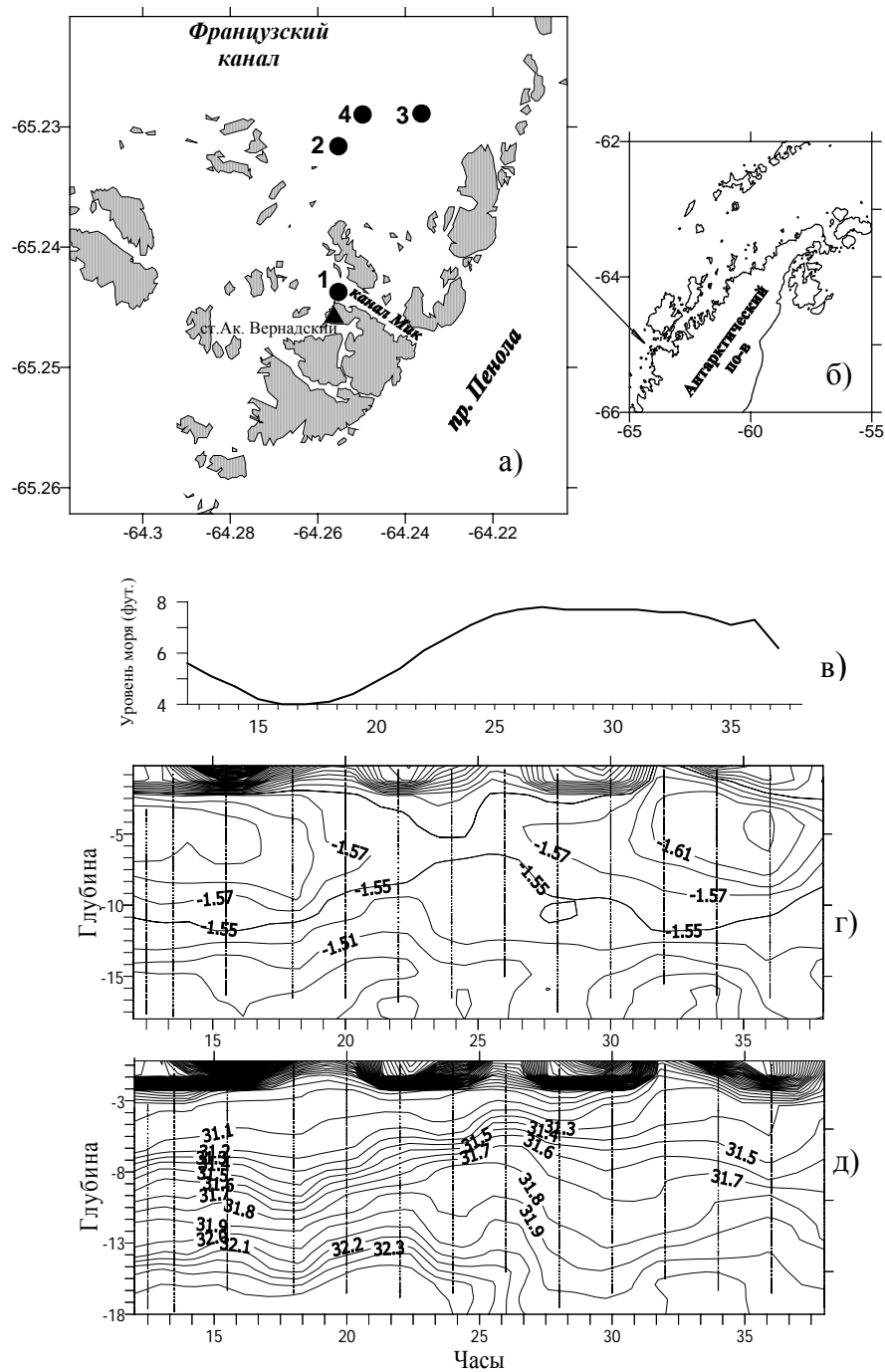


Рис. 1. Положение многочасовых станций №1-4 (а), район исследований (б), уровень моря у ст. Академик Вернадский (в), температура (г) и соленость (д) на многочасовой станции № 1.

## 2. Материалы и методика

Зондирования водной толщи на многочасовых станциях выполнялись измерительным комплексом “ШИК-2”, оснащенным измерительными каналами температуры, электропроводности, растворенного в воде кислорода и автоматической кассетой из 10 однолитровых батометров для отбора проб на химический анализ. В пробах воды определялись следующие гидрохимические параметры: концентрация растворенного в воде кислорода, содержание фосфатов, кремнекислоты, pH и щелочность. Наблюдения за течениями производились при помощи четырех автономных регистраторов МГИ-1308 с борта заякоренного судна, а также с балки, закрепленной у причала станции Академик Вернадский. Измерения характеристик поверхностных и придонных течений с дискретностью 5 минут выполнялись на горизонтах 1, 5, 10, 15, и 30 м. Наблюдениями были обеспечены участки межостровной зоны с глубинами от 5 до 45 м.

Наблюдаемые параметры среды определялись со следующей точностью: направление течения –  $\pm 5^\circ$ ; скорость течения –  $\pm 0,015$  м/с; температура –  $\pm 0,004^\circ\text{C}$ ; соленость –  $\pm 0,04\%$ ; концентрация растворенного в воде кислорода –  $\pm 0,1$  мл/л, содержание фосфатов –  $\pm 1,1\%$ ; кремнекислоты –  $\pm 5\%$ , pH –  $\pm 0,02$  ед., щелочности –  $\pm 1\%$ .

## 3. Обсуждение результатов

Предшествующие украинские антарктические экспедиции в район архипелага Аргентинские острова проводились в осенний сезон Южного полушария, то есть в период, когда происходит смена естественных синоптических атмосферных процессов (Артамонов и др., 1997; Булгаков та ін., 1999; Булгаков и др., 1999). В отличие от них исследования 2002 г. были выполнены в условиях преобладания слабо градиентного поля атмосферного давления с пасмурной погодой и слабыми ветрами. Гребень высокого давления с квазимеридионально ориентированной осью через пролив Дрейка редко достигал района исследований. Такая синоптическая ситуация сопровождалась накоплением ледовых полей на акватории межостровной зоны архипелага Аргентинские острова, в основном ее проливе Пенола и каналах Французский и Мик. Сплоченность льда временами достигала 80-90%. В предыдущие годы океанографические исследования межостровной зоны Аргентинских островов проводились при менее сплоченных льдах (не более 40-50%).

Особенности атмосферной синоптической ситуации, которая наблюдалась в районе Аргентинских островов в конце лета Южного полушария 2002 г., существенным образом повлияли на динамику и структуру вод межостровной зоны. Анализ стратификации термохалинного поля показал практически полное отсутствие признаков, типичных для гидрологического лета данного региона.

На всех многочасовых станциях температура воды от поверхности до дна была отрицательной. На станциях № 1 и 3 температура представляла собой немонотонную функцию глубины. Верхний слой (15-20 м) был занят наиболее холодной водой (от  $-1,5$  до  $-1,7^\circ\text{C}$ .) с температурой, близкой к температуре замерзания. С глубиной температура воды повышалась до  $-0,1^\circ\text{C}$  в слое 25-30 м, и опять снижалась до  $-0,4^\circ\text{C}$  на глубине 45 м (рис. 2). В то время как на многочасовой станции № 2 температура воды монотонно увеличивалась с глубиной. Иногда на поверхности океана в результате активного таяния льда формировался тонкий (1-2 метра) холодный и распресненный слой, температура в котором достигала  $-1,8^\circ\text{C}$ , а соленость – 27-28‰ (рис. 2). Соленость возрастала с глубиной и достигала на глубине 45 м (во Французском канале) значения 33,6‰ (рис. 3). Максимальный вертикальный градиент наблюдался в верхнем слое 0-3 м и достигал 1‰ на 1 м.

Вертикальное распределение гидрохимических параметров показывает хорошо выраженный поверхностный слой толщиной примерно 3 м с максимальным содержанием кислорода (до 8,5 мл/л) и минимальными концентрациями фосфатов (1,25 мкМ) и кремния (56 мкМ). Он подстилается слоем больших вертикальных градиентов гидрохимических параметров (рис. 3). Примерно с глубины 5 м распределение фосфатов и кремния становится более

однородным. Содержание этих элементов варьирует в пределах 1,4-1,5 и 60-63 мкМ соответственно. В поле кислорода наблюдается подповерхностный минимум (зондирование 3, горизонт 6 м). Возможно, что этот экстремум имеет биологическую природу.

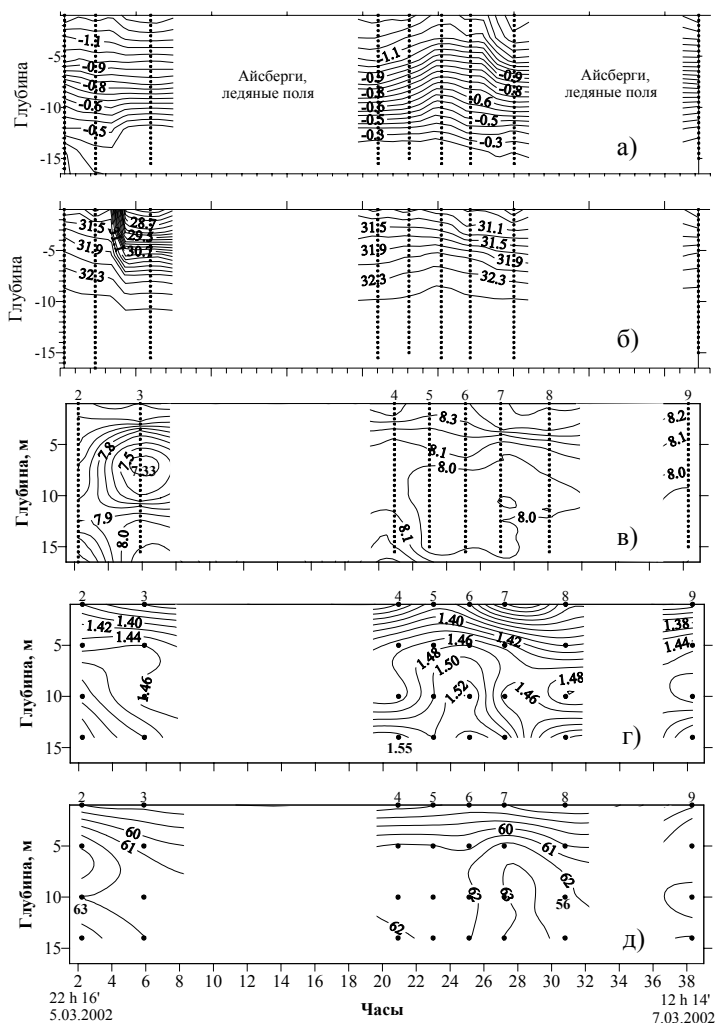


Рис. 2. Температура (а), соленость (б), кислород (в), фосфаты (г) и кремний (д) на многочасовой станции № 2. (на верхней оси рисунков в, г, д указаны номера зондирований).

Отмечено существенное влияние приливо-отливной деятельности на вертикальное распределение гидрофизических характеристик. Так, на многочасовой станции № 1 в поле изоплет температуры в подповерхностном слое отчетливо прослеживаются два ядра холодной воды. Моменты поступления этих вод в точку наблюдений совпали с фазами отлива (рис. 2). Согласно результатам инструментальных исследований системы течений данного региона известно, что отливные течения здесь направлены на северо-запад (Булгаков та ін., 1999; Булгаков и др., 1999; Булгаков та ін., 2001). Возможно, что этими потоками осуществлялась периодическая адвекция холодных подповерхностных вод с участков материкового склона Антарктиды в район межостровной зоны Аргентинских островов. На многочасовой станции № 2 влияние прилива проявилось в виде поступления более холодных, соленых и обогащенных фосфатами и кремнием вод в нижнем слое. Во время 5-7 зондирований наблюдался подъем изоплет соответствующих характеристик (рис. 3).

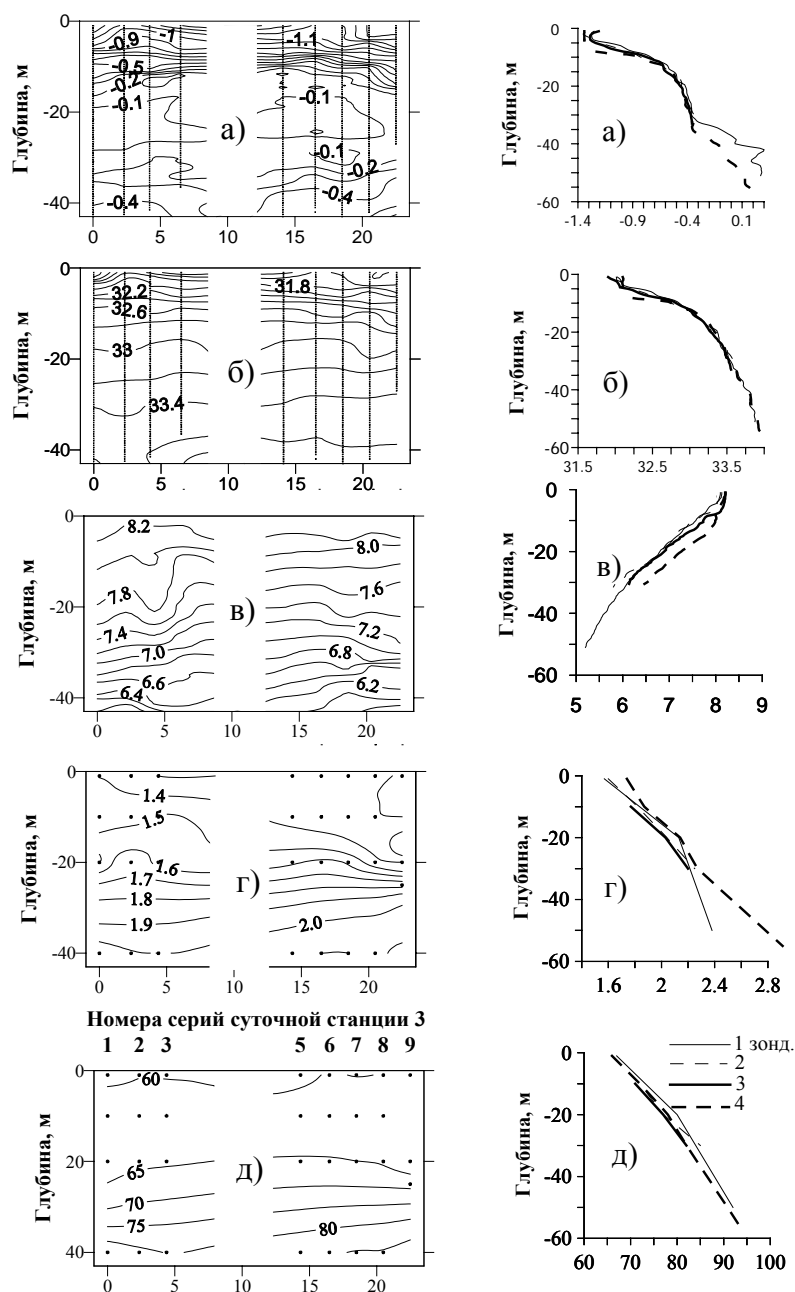


Рис. 3. Температура (а), соленость (б), кислород (в), фосфор (г) и кремний (д) на многочасовых станциях (ст. №3, временная развертка - слева, ст. №4, вертикальные профили - справа).

Измерения течений показали, что суммарные течения за все время наблюдений были слабыми (рис. 4, 5). На глубине 1 м их максимальная скорость равнялась 5 см/с, на 5 м – 8 см/с, на 10 м – 15 см/с, на 15 м – 7 см/с и на 30 м – 4 см/с. Анализ 20-суточной реализации наблюдений за течениями, полученной у причала станции Академик Вернадский, выявил, что максимальные скорости потока здесь не превышали 3-4 см/с. В спектрах как зональной, так и меридиональной компонент вектора скорости хорошо проявляются приливо-отливные

гармоники суточного и полусуточного периодов. Как и в предыдущие годы исследований, в спектрах составляющих вектора течений обнаружена гармоника 6-часового периода (рис. 4).

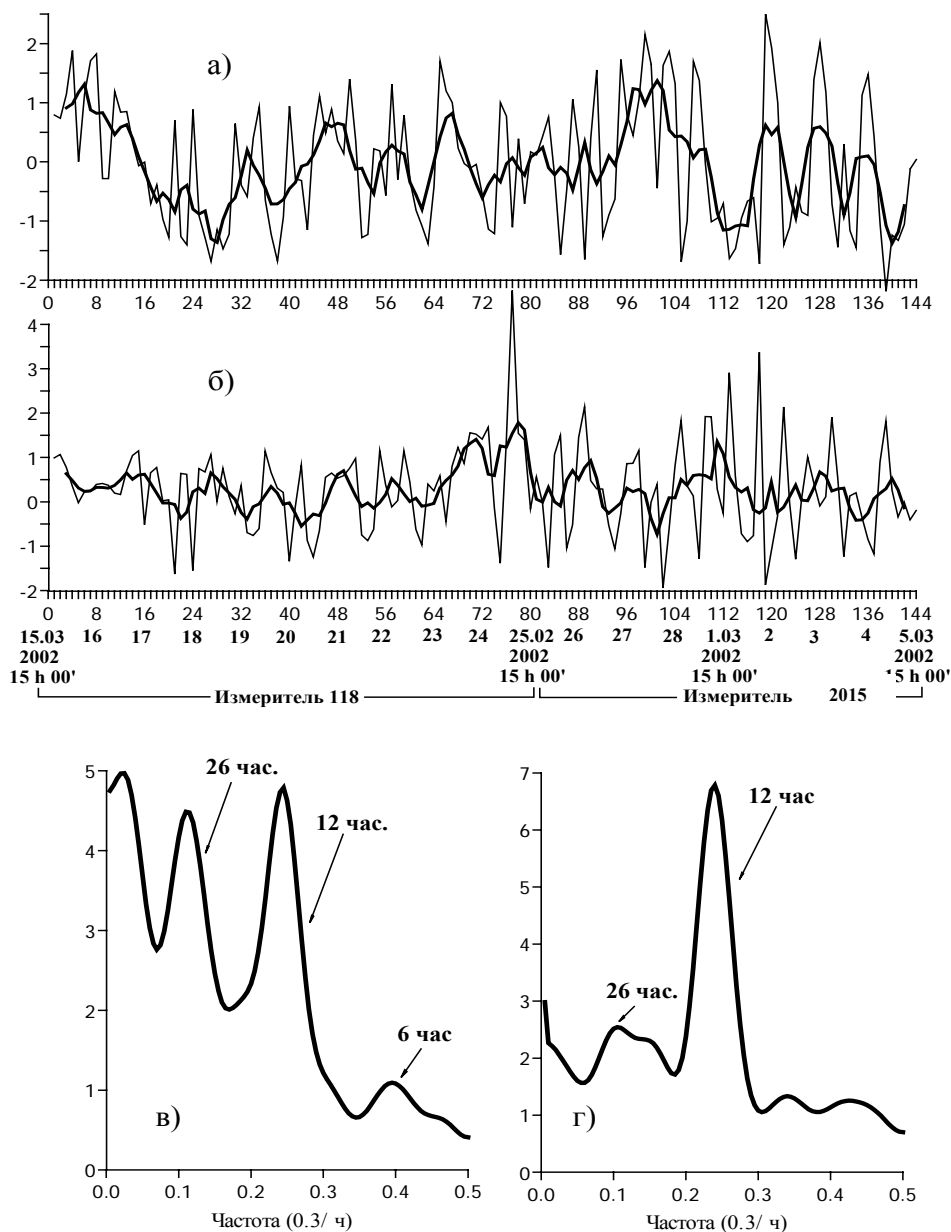


Рис. 4. Временные графики и спектры зональной (а, в) и меридиональной (б, г) компонент скорости течений по данным измерителей течений МГИ-1308 (№№ 118, 2015), выставленных на глубине 1 м у пирса ст. Академик. Вернадский.

Наблюдения за течениями, проведенные с борта закоренного судна на горизонтах 5 м, 10 м и у дна (15 и 30 м), выявили слабые потоки со скоростью в несколько см/с. В спектрах параметров этих течений отмечены гармоники суточного и полусуточного периодов. Суммарный вклад обеих приливных компонент в общую дисперсию характеристик течений достигал примерно 70%. Остаточные течения были очень слабыми. Они имели переменное направление и скорость, не превышающую 1 см/с.

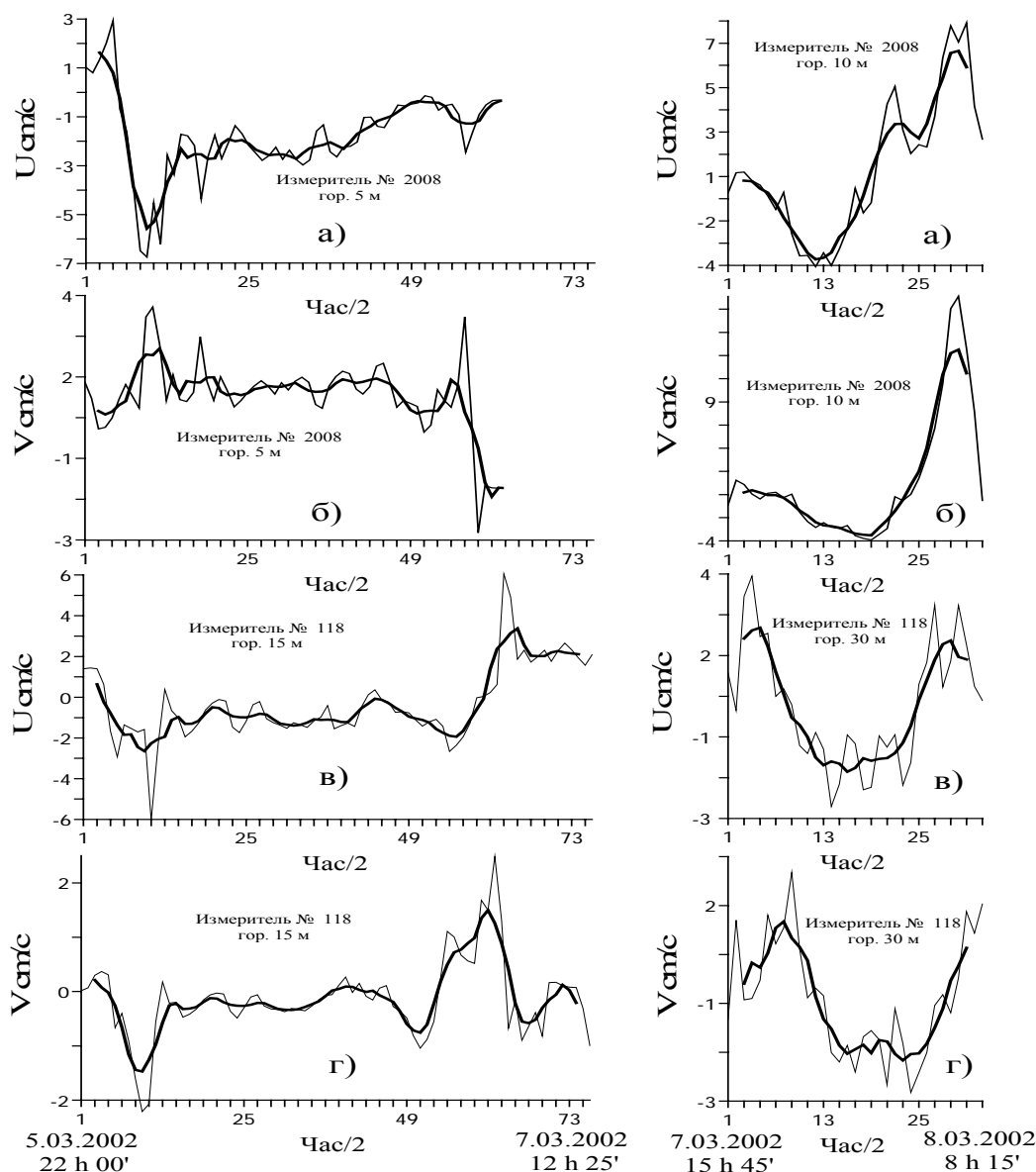


Рис. 5. Временные профили зональной (а, в) и меридиональной (б, г) компонент скорости течения на многочасовых станциях № 2 (слева) и № 3 (справа).

Анализ наблюдений за течениями по материалам данной экспедиции, а также результаты предшествующих экспериментальных исследований динамики вод в районе Аргентинских островов (Булгаков та ін., 1999, 2001; Булгаков и др., 1999) свидетельствуют о том, что в условиях сплоченного плавучего ледяного покрова скорость суммарных и остаточных течений была ниже примерно на порядок по сравнению с ситуацией, когда акватория межостровной зоны свободна ото льда. При этом приливно-отливные составляющие системы течений остаются без существенных изменений. Отмеченная закономерность подтверждает, сделанный ранее вывод о том, что неперiodические течения в районе архипелага Аргентинские острова имеют преимущественно ветровую природу (Артамонов и др., 1997; Булгаков та ін., 1999; Булгаков и др., 1999; Булгаков та ін., 2001).

Сравнение результатов данной экспедиции с материалами предшествующих украинских антарктических экспедиций, когда в марте в районе станции отмечались положительные температуры воды во всей толще до дна, дает основание полагать, что летом 2002 г. в этом районе наблюдались аномальные гидрологические условия. Метеорологические условия не способствовали прогреву морских вод. Сравнение кривых годового хода температуры воздуха, измеренной за последние шесть лет (1996-2002 гг.) на ст. Академик Вернадский, выявило, что предшествовавшая нашим исследованиям зима 2001 г. не была аномально холодной. Тогда как в январе и феврале 2002 г. среднемесячные температуры воздуха были ниже на 1-1,5°C, чем в остальные годы (за исключением 2000 г.). Совместный анализ данных метеорологических измерений, поля давления по синоптическим картам и межгодовых вариаций температуры воздуха на ст. Академик Вернадский дает основания полагать, что фактическое отсутствие гидрологического лета в районе станции обуславливалось синоптическими процессами летнего сезона 2001-2002 гг.

#### 4. Заключение

Летом и в начале осени Южного полушария 2002 г. в районе архипелага Аргентинские острова наблюдались аномальные гидрометеорологические условия, свидетельствовавшие о фактическом отсутствии признаков гидрологического лета. Одна из весомых причин, которые могли обусловить данную ситуацию, связана, вероятно, с особенностями атмосферных синоптических процессов, которые наблюдались во время проведения океанографических исследований. Аномально слабая динамика атмосферных процессов способствовала общей слабой динамике вод, что сопровождалось аккумуляцией айсбергов и сплоченных полей битого льда на шельфе архипелага Аргентинские острова. Присутствие сплоченных ледовых полей в течение достаточно длительного времени, в свою очередь, стало причиной аномально низкой, нетипичной для сезона лето-начало осени, температуры водной толщи.

#### Литература

**Артамонов Ю.В.,** Алексеев А.П., Бузанов Б.В. и др. Структура вод к западу от Антарктического полуострова и в южной части моря Скотия // Бюл. Укр. антарк. центр. -1997. - вып. 1. - С.116-124.

**Булгаков М.П.,** Орлова І.Г., Український В.В. та ін. Результати океанографічних досліджень у районі української антарктичної станції Академік Вернадський за матеріалами Другої української морської антарктичної експедиції. // Доповіді Національної Академії Наук України. - 1999. - №2. - С. 118-121.

**Булгаков Н.П.,** Украинский В.В., Попов Ю.И. и др. Структура и кинематика вод в районе Аргентинских островов осенью 1998 года. // Мор. Гидрофиз. Журн. - 1999. - №5. - С. 41-50.

**Булгаков М.П.,** Ломакин П.Д., Артамонов Ю.В. и др. Результати океанографічних досліджень у районі української станції Академік Вернадський за даними П'ятої національної антарктичної експедиції // Доповіді Національної Академії Наук України, -2001.- №7. - С. 110-114.

**Лоция** Антарктики. Выпуск 1. Антарктический полуостров, Тихоокеанский сектор. – МО СССР: ГУНИО, 1986. - 495 с.