

УДК 551.465

СТРУКТУРА ВОДНИХ МАСС В РЕГИОНЕ АРХИПЕЛАГА АРГЕНТИНСЬКІ ОСТРОВА**И. П. Неверовский¹, Ю. И. Попов², В. Н. Сытов¹, А. С. Матыгин¹**

¹ Гидрометеорологический центр Черного и Азовского морей, 65009, Украина, г. Одесса, Французский бульвар, 89; e-mail: Never62@mail.ru

² Украинский научный центр экологии моря, 65009, Украина, г. Одесса, Французский бульвар, 89; e-mail: Yropov50@mail.ru

Реферат. Структура водных масс региона архипелага Аргентинские острова была исследована по данным масштабной океанографической съемки, выполненной специалистами 17 Украинской антарктической экспедиции. Впервые произведена съемка межостровной зоны архипелага, состоявшей из 60 станций и трех ортогональных разрезов (по 10–12 станций) в глубоководном проливе Пенола, отделяющем архипелаг от материка. В межостровной зоне наблюдалась двухслойная вертикальная структура вод с распресненным и теплым поверхностным слоем и соленым и холодным придонным. В северной и южной частях островной акватории термоклин располагался на горизонтах 20–30 м., в более мелководной центральной, где существовали благоприятные условия для весенне-летнего прогрева, – на глубине 30–40 м. На основании анализа вида T, S-кривых сделан вывод, что для мониторинга пространственно-временной структуры термохалинного поля межостровной акватории достаточно проводить наблюдения в одной точке. Выводные ледники Антарктического полуострова, генерирующие летом большие объемы талых вод, создают условия для формирования трехслойной структуры вод. Холодный промежуточный слой разделяет относительно теплые и более соленые глубинные воды от прогретых и распресненных в летних условиях поверхностных вод. Анализ T, S-диаграмм вод различных районов западного шельфа Антарктического полуострова позволил сделать вывод о наличии переноса промежуточных и глубинных вод с юга.

Структура водних мас в регіоні архіпелагу Аргентинські острови.

І. П. Неверовський, Ю. І. Попов, В. М. Ситов, О. С. Матигін

Реферат. Структура водних мас регіону архіпелагу Аргентинські острови була досліджена за даними океанографічної зйомки. Вперше виконана зйомка міжострівної зони архіпелагу Аргентинські острови, що складалася з 60 станцій і трьох ортогональних розрізів (по 10–12 станцій) в глибоководній протоці Пенола, що відокремлює архіпелаг від материка. В міжострівній зоні спостерігалася двошарова вертикальна структура вод з пріснішим і теплішим поверхневим шаром та солоним і холодним придонним. У північній і південній частинах острівної акваторії термоклин розташовувався на горизонтах 20–30 м., в більш мілководій центральній, де існували сприятливі умови для весняно-літнього прогрівання, – на глибині 30–40 м. На підставі аналізу вигляду T, S-кривих зроблено висновок про те, що для моніторингу просторово-часової структури термохалінного поля міжострівної акваторії достатньо проводити спостереження в одній точці. Вивідні льодовики Антарктичного півострова, які генерують влітку великі об'єми талих вод, створюють умови для формування тришарової структури вод. Холодний проміжний шар відділяє відносно теплі і солоніші глибинні води від прісніших і прогрітих в літніх умовах поверхневих вод. Аналіз T, S-діаграм вод різних районів західного шельфу Антарктичного півострова дозволив зробити висновок про наявність переносу проміжних і глибинних вод з півдня.

Structure of water masses in the archipelago Argentine Islands.

Neverovsky I. P., Popov Y. I., Sytov V. N. and Matygin A. S.

Abstract. The structure of the water masses in the region of the archipelago Argentine islands was investigated according to the data oceanographic survey. The survey consisted of 60 stations of inter-island zone archipelago and three orthogonal cuts (10–12 stations) in the deep Straits of Penola. The two-layer vertical structure with desalinated water and warm surface layer and salty and cold water of bottom layer was observed in the area of inter-island. The thermocline is located at depths of 20–30 m in the northern and southern parts of the island area. The thermocline is located at a depth of 30–40 m in a more shallow central part of the island area, because there existed favorable conditions for spring-summer warming. Analysis of form T, S-curves allows to conclude that the monitoring space-time structure of the thermohaline field interisland the waters area enough make in a single point. The outlet glaciers of the Antarctic Peninsula in the summer generate large volumes of meltwater and create conditions for the formation of a three-layer structure of water. Cold intermediate layer separates relatively warm and more salty deep-water from warmed and freshened in summer conditions of surface waters. Analysis of T, S-diagrams of water of different regions of the western shelf of the Antarctic Peninsula led to the conclusion of a transfer of intermediate and deep waters from the south.

Key words: water masses, thermohaline structure, monitoring, Antarctic Peninsula

1. Вступление

В направлении «Океанографические исследования» Государственной целевой научно-технической Программы проведения исследований в Антарктиде на 2011–2020 гг. (Державна програма) запланировано изучение механизмов формирования водных масс и фронтальных зон на шельфе моря Беллинсгаузена, влияния на них атмосферных процессов. Такая информация необходима для дальнейших исследований климатических изменений в прибрежных областях Антарктики, анализ которых, в свою очередь, позволит описать физику процессов формирования регионального климата, а также оценить значимость предикторов для прогнозирования зон повышенной биологической продуктивности в регионе.

Проведение экологических и океанографических работ в районе расположения Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» (УАС) началось в период выполнения двух первых Украинских морских антарктических экспедиций на научно-исследовательском судне «Эрнст Кренкель» в 1997 и 1998 годах. Тогда были выполнены две экологические съемки межостровной акватории архипелага Аргентинские острова, инструментальные двухнедельные измерения придонных течений в шести районах архипелага и комплексные полигонные океанографические, геологические и биоресурсные наблюдения в проливе Брансфилд, у Южных Шетландских и Южных Оркнейских островов (Артамонов и др., 2000, Булгаков и др., 1999, Булгаков и др., 2002, Украинский и др., 2000).

В 1999 г. в Украинском научном центре экологии моря подготовлена программа береговых и рейдовых океанографических наблюдений, которая эпизодически выполняется зимовщиками по настоящее время.

Проведение рейдовых океанографических работ в Антарктике связано как со значительными трудностями погодно-климатического характера, так и с малой численностью состава метеорологов-океанологов. Выполнение работ существенно зависит от профессиональной подготовки и энтузиазма специалистов зимовочного отряда. Благодаря приобретению в 2012 г. Украинским Антарктическим центром (УАЦ) гидрофизического зонда с твердотельной памятью марки RBR-XR620 (фирма изготовитель RBR Ltd., Канада) значительно уменьшилась трудоемкость рейдовых наблюдений и появилась возможность проведения глубоких зондирований водной толщи за относительно короткое время.

В апреле 2012 г. сотрудником зимовочного отряда Украинской антарктической станции «Академик Вернадский» Неверовским И. П. по оперативной связи с УАЦ был согласован расширенный план летних океанографических работ на 2012–2013 гг. без участия специалистов сезонного отряда океанологов. План предполагал выполнение подробной океанографической съемки межостровной зоны архипелага Аргентинские острова, состоящей из 60 станций и трех ортогональных разрезов (по 10–12 станций) в глубоководном проливе Пенола, отделяющим архипелаг от материка. К началу марта 2013 г. все запланированные работы были выполнены метеорологом-океанологом И. П. Неверовским в полном объеме.

Всего за летний сезон 2012–2013 гг. были выполнены:

- полномасштабная съемка межостровной зоны – 60 станций (13-15.02.2013),
- меридиональный разрез в проливе Пенола (№ 1) – 10 ст. (22.01.2013),
- широтный разрез в проливе Пенола (№ 2) – 13 ст. (24.01.2013),
- широтный разрез в проливе Пенола (№ 3) – 10 ст. (01.03.2013),
- рейдовые станции в проливе Мик и в районе якорной стоянки – 23 ст. (09.09.2012 – 12.02. 2013).

В продолжение разреза № 2 в заливе Эддингтон были выполнены 3 станции вплоть до стенки выводного глетчера Буссей. Станции выполнялись до глубин 150 метров или до дна при меньшей глубине места. Вертикальное разрешение исходных данных 0,1– 0,5 м. (в зависимости от скорости погружения прибора).

Схема выполненных станций при съемке морской акватории архипелага и разрезах в проливе Пенола представлена на рис. 1.

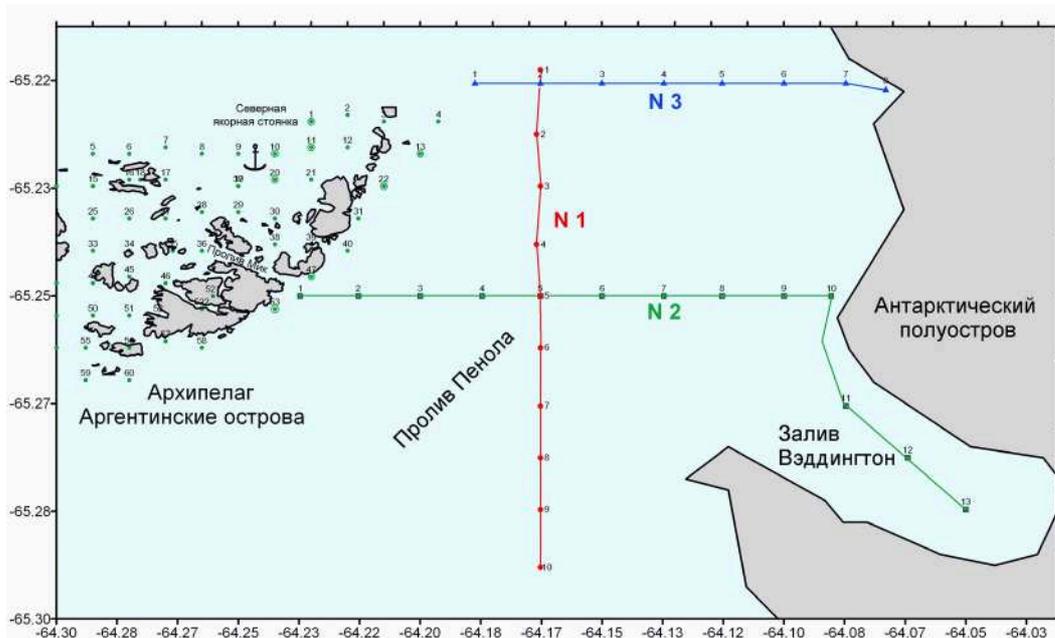


Рис. 1. Схема расположения океанографических станций и разрезов при съемке межостровной зоны Аргентинского архипелага и пролива Пенола

2. Горизонтальная структура вод в регионе архипелага Аргентинские острова

Исследование изменчивости термохалинной структуры вод в прибрежных районах Антарктического полуострова является важной проблемой, в процессе изучения которой будут определены механизмы формирования регионального климата, получена необходимая информация для решения промысловых и экологических задач.

Термическая структура поверхностных вод межостровной зоны архипелага в середине февраля 2013 г. (рис. 2) характеризовалась наличием ряда очагов относительно холодных и теплых вод. Температура поверхностных вод находилась в диапазоне 0,90–1,65 °С, а соленость в период съёмки изменялась в пределах 32,60–32,96 ‰ (рис. 2).

Наблюдаемая изменчивость термохалинного состояния вод в области архипелага зависит от нескольких причин, основными из которых являются: горизонтальная ветровая, плотностная и приливная адвекция, неравномерный прогрев вод в мелких и глубоких районах, наличие снежно-ледового покрытия на островах и материке, местоположение айсбергов и интенсивность процессов, определяющих их таяние.

Термохалинные параметры вод придонного слоя (рис. 2) имеют более сложную структуру, поскольку характеризуют соответствующие условия на разных глубинах при чрезвычайно изменчивом донном рельефе островной зоны. Различия термохалинных характеристик вод поверхностного и придонного слоев в мелководных районах могут быть невелики (около $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $0,5\text{ ‰}$), но для глубоких участков их значения заметно отличаются (около 1°C и $1,3\text{ ‰}$). На мелководной части полигона за предшествующий весенне-летний период произошел прогрев придонных вод до положительных температур $0,5\text{--}1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Область слабоотрицательных температур располагается в районе северной якорной стоянки к северу от островов Гротто и Уругвай. В северной и южной частях островной акватории термоклин располагался на горизонтах $20\text{--}30\text{ м.}$, в более мелководной центральной, где существовали благоприятные условия для весенне-летнего прогрева, – на глубине $30\text{--}40\text{ м.}$ (рис. 3). Придонные воды мелководной внутренней акватории архипелага являются относительно распресненными ($33,1\text{--}33,6\text{ ‰}$).

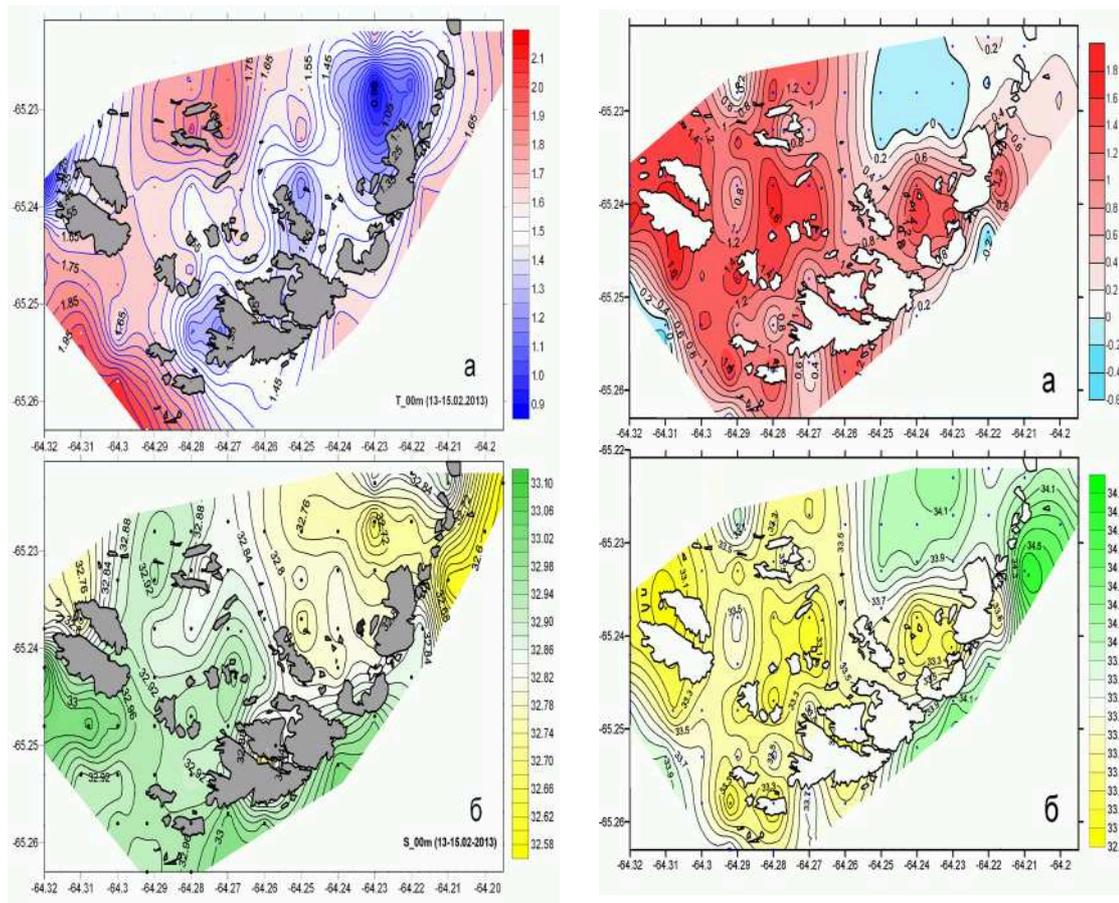


Рис. 2. Распределение температуры (а) и солёности (б) воды на полигоне архипелага Аргентинские острова. Слева – поверхностный слой, справа – придонный слой. Съёмка выполнена 13–15 февраля 2013 г.

Оптимизация гидрометеорологического мониторинга на УАС, учитывая специфические условия его осуществления, требует проведения минимально необходимых океанографических работ без ущерба качеству информации. Определение соответствующего количества станций относится к проблеме оценки пространственной однородности термохалинной структуры межостровных вод архипелага. На рис. 3 показано пространственное распределение T, S-кривых на акватории Аргентинских островов в летний период 2013 г. Несмотря на определенные отличия в вертикальном распределении температуры и солёности вод, вызванные, в основном, глубиной в точке измерения, все графики имеют качественно одинаковый вид. Об этом также свидетельствует врезка на

рис. 3, на которой совмещены T, S-кривые всех точек съёмки. Таким образом, можно сделать важный вывод о том, что для мониторинга пространственно-временной структуры термохалинного поля межостровной акватории достаточно проводить наблюдения в одной точке. Частота проведения рейдовых наблюдений соотносится с задачами, стоящими перед зимовщиками. Для четкого представления сезонной изменчивости термохалинного поля достаточно их проведения два раза в месяц.

Термохалинная структура поверхностных вод в регионе Аргентинских островов в летний период 2013 г. (рис. 4) имеет специфические особенности, обусловленные, прежде всего, таянием материковых ледников и рельефом дна. Воды залива Пенола имели температуру в диапазоне от $-0,8$ до $1,8^{\circ}\text{C}$. Наиболее распресненные поверхностные воды на полигоне отмечались в конце января в угловой части материкового залива Вэдингтон ($31,04\text{‰}$, широтный разрез № 2, рис. 4, б) и в южной части пролива ($31,4\text{‰}$). Определяющее влияние выводных ледников Антарктического полуострова, генерирующих летом большие объемы талых вод, обусловили экстремально низкие значения температуры и солёности поверхностных вод в прилегающей к материку акватории. С другой стороны, относительно высокая солёность и температура вод наблюдались в межостровной зоне (до $33,0\text{‰}$ и 2°C), наиболее удаленной от материка (рис. 4).

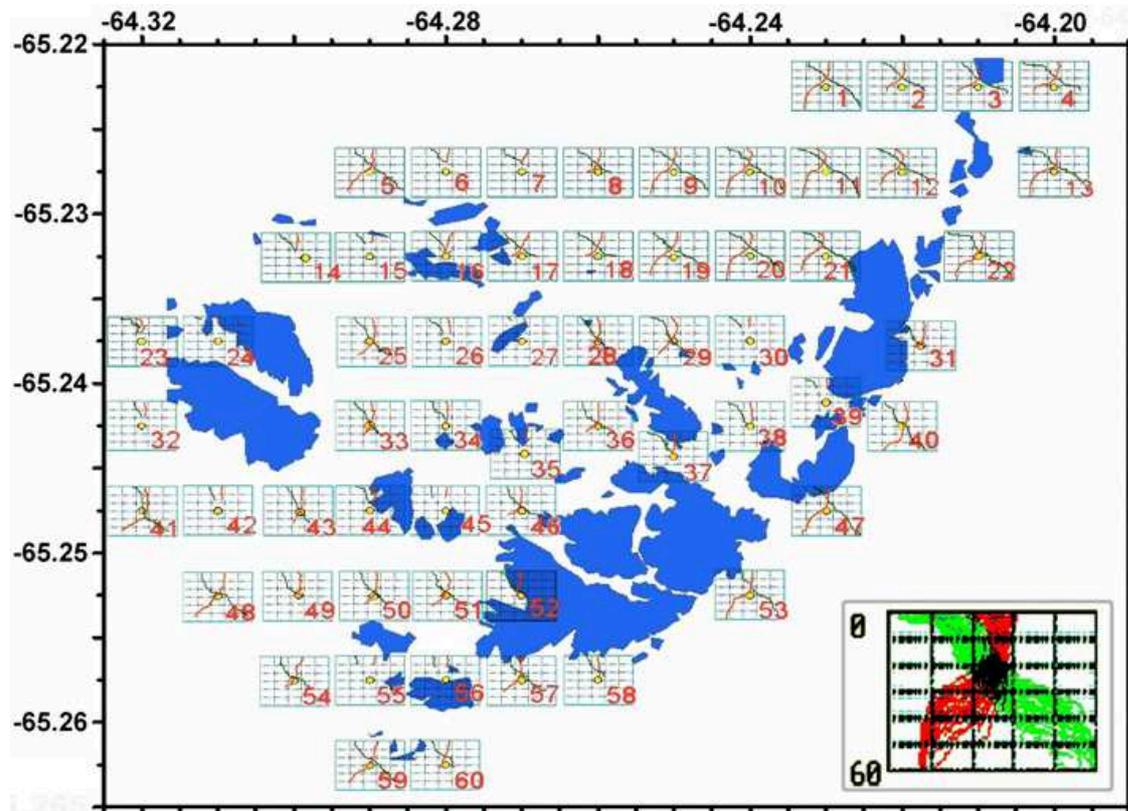


Рис. 3. T, S-характеристики вод на 60-ти станциях межостровной съёмки в период 13–15.02.2013 г.
На врезке – совмещенные T, S-кривые всех станций.

Естественное орографическое препятствие в виде восточной границы островов архипелага способствовало формированию градиентов в поле температуры ($3^{\circ}\text{C}/10\text{ км}$) и солёности ($1,5\text{‰}/10\text{ км}$), проявляющееся в сгущении изолинии (рис. 4).

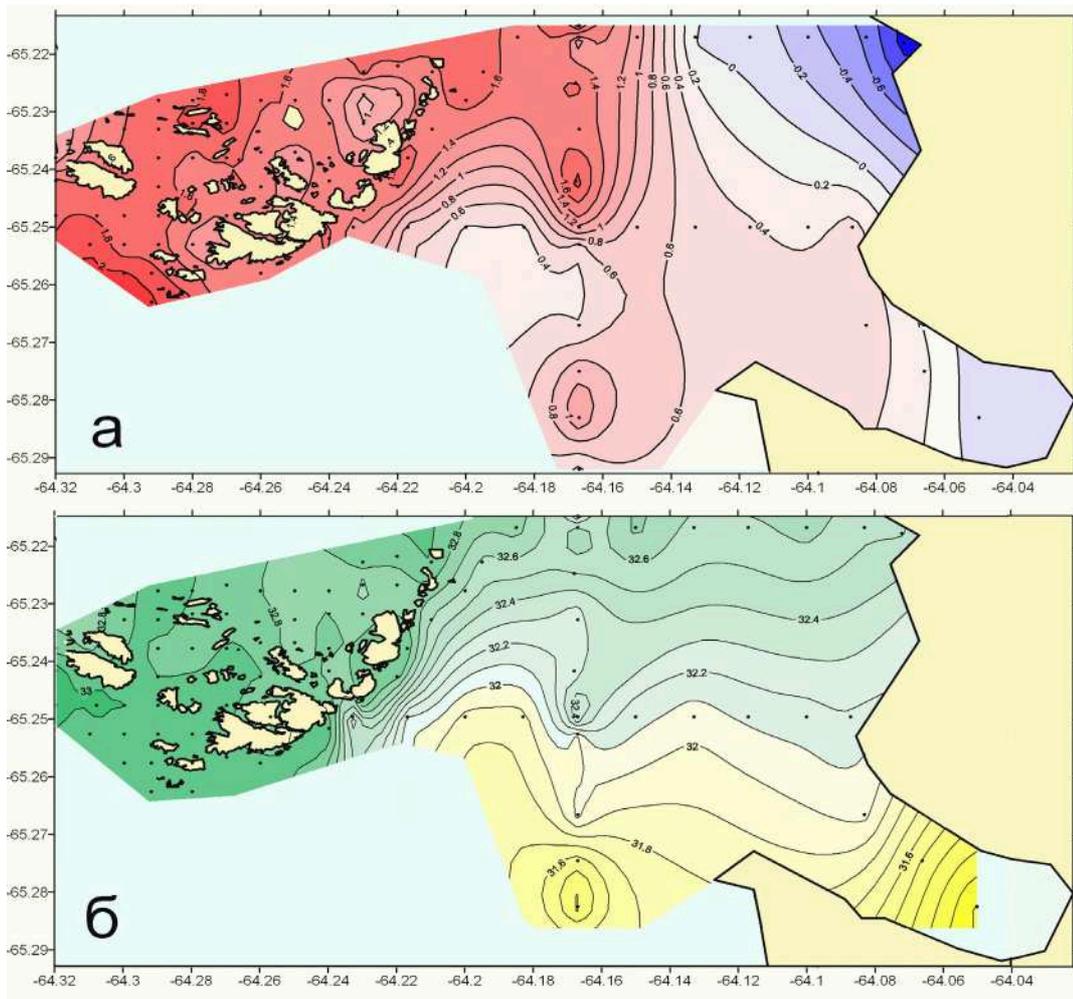


Рис. 4. Распределение температуры (а) и солёности (б) воды по всей области исследований, включающей зону архипелага Аргентинские острова и пролив Пенола. Поверхностный слой.

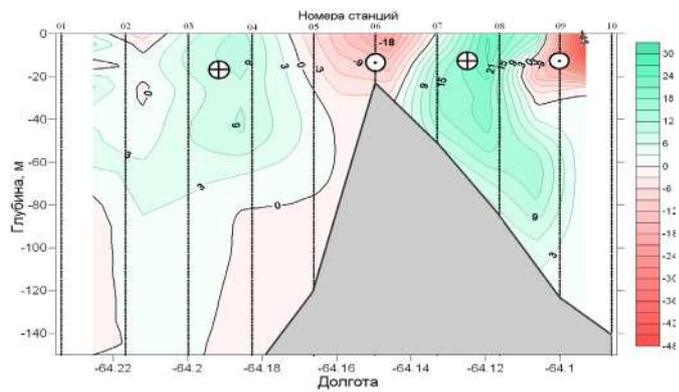


Рис. 5. Меридиональная составляющая геострофической скорости течения (см/с.) на зональном разрезе № 2 через пролив Пенола (по параллели $-65^{\circ}15'$ ю.ш.).

В особенности строения термохалинных полей вносит свой вклад и динамика вод. Геострофическая циркуляция (рис. 5) в проливе хорошо согласуется со структурой термохалинного поля на поверхности. При взаимодействии течений с большим орографическим поднятием создается вихревое движение, которое вносит соответствующие возмущения в структуру полей и температуры, и солёности. Следует отметить, что рассчитанные скорости геострофических течений в проливе достигают 20 см/с. (рис. 5).

3. Вертикальная структура вод в регионе архипелага Аргентинские острова

В условиях потепления климата в районах к западу от Антарктического полуострова (Timofeev, 2014) изучение структуры термического состояния водной толщи представляет особый интерес. Экологическая система шельфа Антарктического полуострова уязвима к резкому изменению температуры, поскольку составляющий ее основу животный мир приспособлен к достаточно узкому диапазону изменчивости температуры воды и содержания в ней кислорода. Рекордные показатели максимальной температуры вод межостровной акватории наблюдались в 2000 г.: поверхностный слой прогрелся до $+4,9^{\circ}\text{C}$, а придонный (на глубине 30 м.) – до $+2^{\circ}\text{C}$ (Попов и др., 2003) В этой же статье отмечено, что в связи с термической аномалией на морской акватории в районе архипелага полностью исчез криль, значительно сократилась численность китов, морских котиков и тюленей Уэдделла.

Впервые процесс весенне-летнего прогрева толщи межостровных вод был отслежен в 17 Украинской антарктической экспедиции (УАЭ) 2012–2013 гг. Была проведена серия наблюдений с недельной дискретностью с сентября по вторую декаду февраля. Сначала наблюдения производились в проливе Мик (глубина места $\sim 30\text{--}35$ м.) в непосредственной близости от станции и, зачастую, с ледового покрова. При улучшении ледовой обстановки (с третьей декады ноября) стал возможным выход на малом плавсредстве на большие глубины – до 50–60 м. Наблюдения были перенесены в район якорной стоянки к северу от о. Гротто.

На рис. 6 показана временная развертка изменения вертикальной структуры поля температуры в межостровной зоне архипелага. С сентября по ноябрь в проливе Мик происходил медленный прогрев вод поверхностного слоя от $-1,8^{\circ}\text{C}$ в сентябре до $-1,2^{\circ}\text{C}$ в середине ноября. В придонном слое этот процесс шел несколько быстрее, но волнообразно – сказывались эпизодические (примерно один раз в две недели) вторжения более теплых вод с соседних акваторий (с третьей декады ноября) фиксировалось уже, в основном, летнее состояние вод. Во второй декаде декабря начался интенсивный прогрев, и к концу ее температура вод слоя 0–3 метра на непродолжительное время достигла максимальных для данного годового хода значений $+3,8^{\circ}\text{C}$.

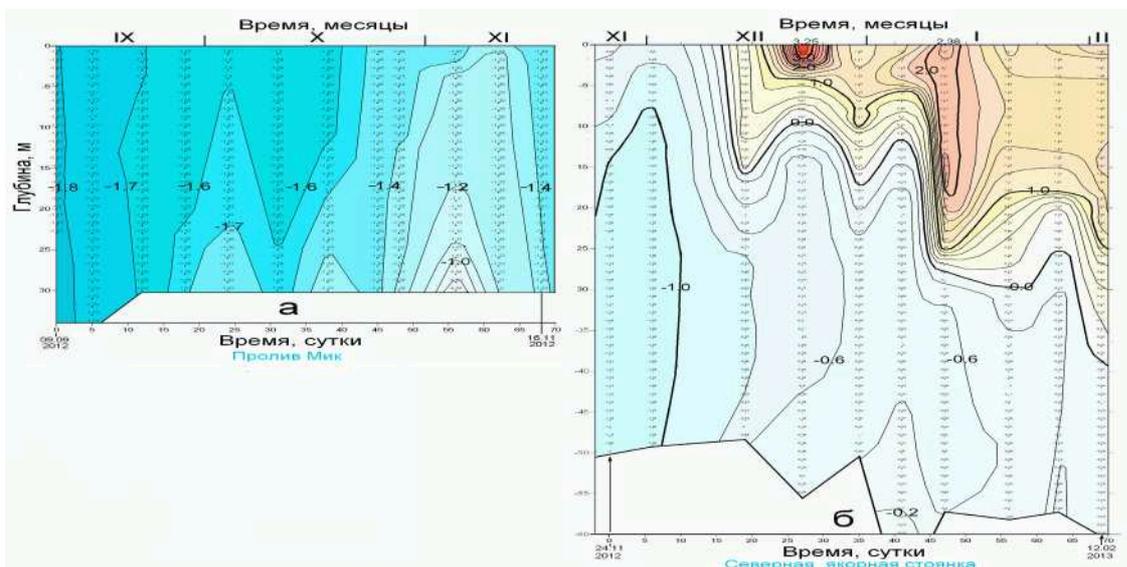


Рис. 6. Изменчивость температуры воды на вертикальном временном разрезе:
а) в проливе Мик (весна 2012 г.); б) в районе северной якорной стоянки (весна–лето 2012–2013 гг.)

В течение месяца нулевая изотерма колебалась на глубинах 12–17 метров. В начале второй декады января произошло второе за сезон значительное потепление поверхностных вод до значений на поверхности $+2,38\text{ }^{\circ}\text{C}$, а сезонный термоклин заглубился до горизонта 20–25 м. Далее воды летнего сезона характеризовались малоградиентным по времени и вертикали полем с температурой в однородном слое 1,2–1,6 $^{\circ}\text{C}$. В межостровной зоне наблюдалась двухслойная вертикальная структура вод с распресненным и теплым поверхностным слоем и соленым и холодным придонным.

В первом приближении внутригодовую изменчивость вертикальной структуры можно сформулировать следующим образом. В зимний период конвективные процессы формируют гомотермию от поверхности до дна, значения температуры воды находятся около точки замерзания. Распределение солёности близко к гомохалинному с некоторым повышением в направлении дна в глубинном слое. Весеннее таяние ледяного покрова и выводных ледников ведет к распреснению поверхностного слоя, а его прогрев формирует верхний, относительно теплый и распресненный слой, толщина которого зависит от интенсивности ветрового перемешивания. Возникает трехслойная структура, образуется слой промежуточного минимума температуры. Характеристики и толщина слоя поверхностной воды в летний период определяется поступлением тепла из атмосферы и ветровым перемешиванием; в начале осени (конец марта – начало апреля) – охлаждением поверхности и совместным влиянием ветрового перемешивания и температурной конвекции; с началом процессов ледообразования (со второй половины апреля) – зимней (термохалинной) конвекцией.

С началом ледообразования конвективные процессы резко усиливаются за счет осолонения и охлаждения поверхностного слоя вод, происходит уничтожение ядра промежуточного слоя и восстановление однородного слоя по термохалинным показателям.

Основной особенностью вертикальной структуры полей температуры и солёности в проливе Пенола (рис. 7) следует считать хорошо выраженное трехслойное строение. Холодный промежуточный слой (ХПС) разделяет относительно теплые и значительно более соленые глубинные воды от прогретых в летних условиях и распресненных поверхностных вод. ХПС вод пролива Пенола в 2013 году характеризовался отрицательными температурами и располагался в слое сезонного скачка солёности (плотности) в промежутке глубин 25–80 метров. Температура в ядре ХПС была до $-0,45\text{ }^{\circ}\text{C}$.

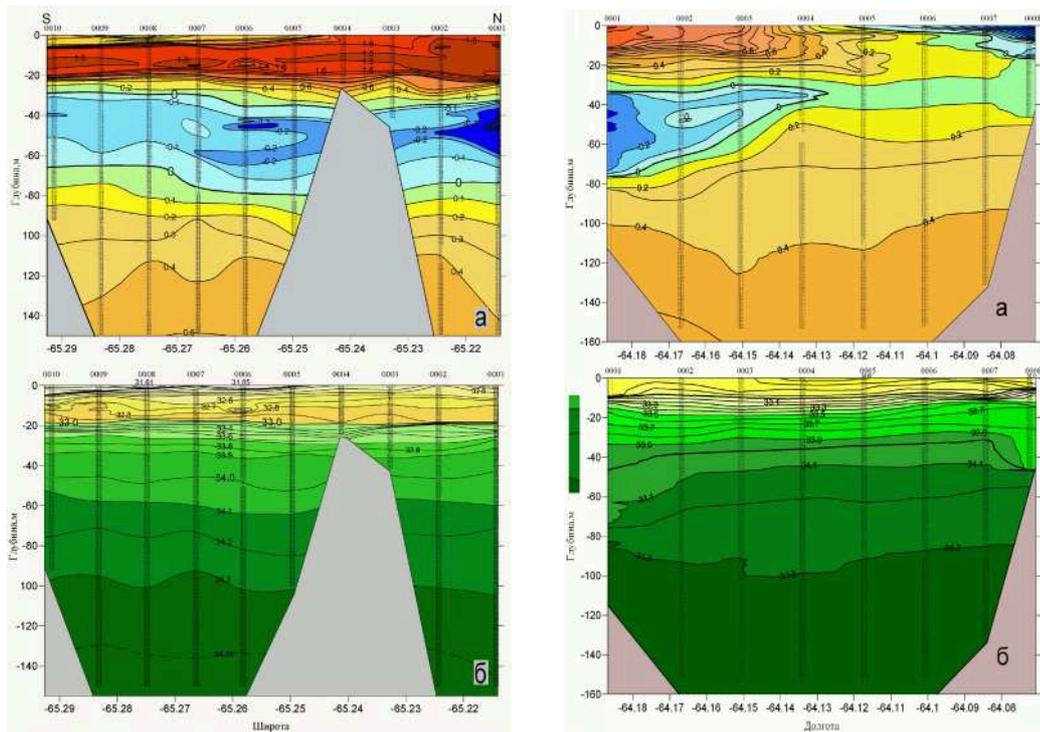


Рис. 7. Распределение температуры (а) и солёности (б) воды на вертикальном разрезе вдоль пролива Пенола по меридиану $64^{\circ}10'$ з.д. (слева) и поперек пролива Пенола по параллели $65^{\circ}13'$ ю.ш. (справа).

Непосредственно под ХПС располагалась верхняя часть глубинных вод (до максимальных глубин измерений – 150 м.), в котором температура увеличивалась с глубиной от 0,0 до 0,6°C, а соленость – с 34,1 до 34,35 ‰.

Следует отметить, что над ХПС в проливе во время выполнения разрезов существовал слой в промежутке глубин 3–20 м. с температурой ядра до 2,1 °С и ограниченный изотермой 1,6–1,8°C и с соленостью менее 33,0 ‰. Этот теплый слой расположен под слоем относительно холодной распределенной поверхностной воды, образуя своеобразный теплый приповерхностный слой. Этот слой имеет короткий период жизни, зависящий от ветрового режима. Первое же штормовое усиление ветра приведет к установлению однородных термохалинных характеристик вод до горизонта скачка плотности.

Объемно-статистическая T, S-диаграмма летней структуры вод межостровной зоны архипелага, рассчитанная по всем 60 станциям съёмки (рис. 8), описывает широкий спектр температурной и соленостной изменчивости вод приповерхностного слоя, промежуточную зону резких градиентов (сезонный слой скачка), холодный промежуточный слой и, ниже, более теплую глубинную воду. ХПС во внутренней мелководной зоне района архипелага отсутствует.

Наличие этих вод на диаграмме (рис. 8) показывают только станции, расположенные на внешнем контуре архипелага.

На меридиональном разрезе в проливе Пенола диапазон изменений температуры в приповерхностном слое (5–20 м) на фоне изменения солености минимален (рис. 9), а на широтных разрезах, подходящих достаточно близко к материковому склону Антарктического полуострова – максимальный. Часть диаграммы, находящаяся ниже уровня 0°C, описывает характеристики Антарктического ХПС.

Анализируя T, S-диаграммы вод различных районов западного шельфа Антарктического полуострова, можно определить место генерации или районы, откуда перемещаются промежуточные и глубинные водные массы в район архипелага. Воспользуемся для этого данными исследовательского судна (ИС) «Лоуренс Голд» (США).

ИС «Лоуренс Голд» были произведены океанографические работы к северу и югу от региона Аргентинских островов в 2002 г. (примерно в сроки выполнения съёмки пролива Пенола). Материалы наблюдений были предоставлены украинским ученым американскими исследователями при заходе судна на станцию «Академик Вернадский» в 2003 г. Сравним вертикальную структуру температуры и солености в трех районах западного шельфа Антарктического полуострова: залива Брансфилд (находящегося к северу от островов архипелага), пролива Пенола и залива Маргарет, расположенного южнее.

Распределение температуры на вертикальных разрезах (рис. 7) и диаграмма (рис. 9) показывают, что температура глубинных вод пролива Пенола повышается ко дну. Для вод залива Маргарет наблюдается такое же изменение температуры с глубиной, а вот в проливе Брансфилд температура вод понижается ко дну (рис. 10). Это обусловлено адвекцией промежуточно-глубинных вод, образовавшихся в море Уэдделла и внедряющихся вдоль западного берега Антарктического полуострова (Артамонов и др., 2000). Эти водные массы имеют высокую плотность и по своим термохалинным характеристикам значительно отличаются от водных масс пролива Пенола.

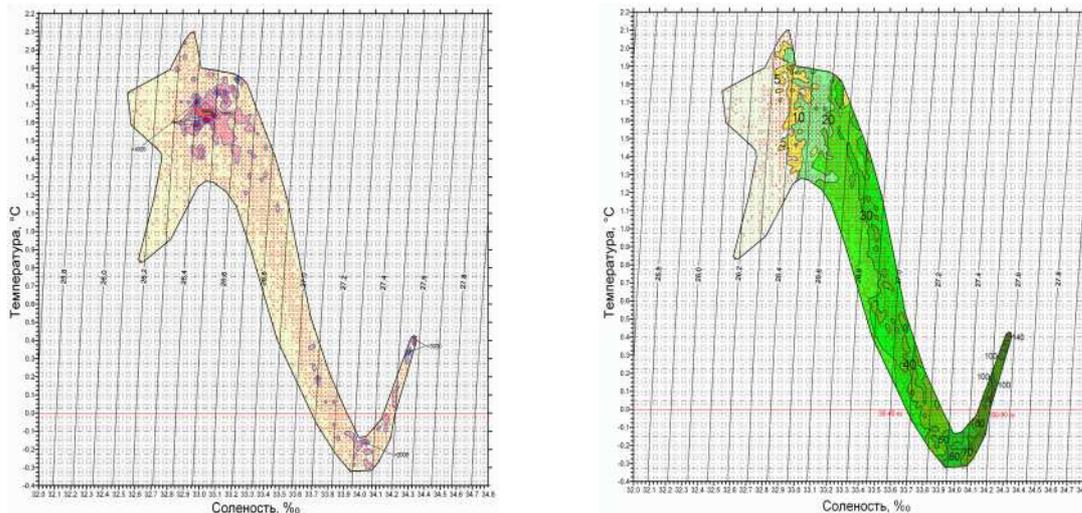


Рис. 8. Объемно-статистическая T, S-диаграмма съёмки межостровной зоны архипелага Аргентинские острова: слева – объемы вод, м³, справа – средневзвешенная глубина залегания вод, м.

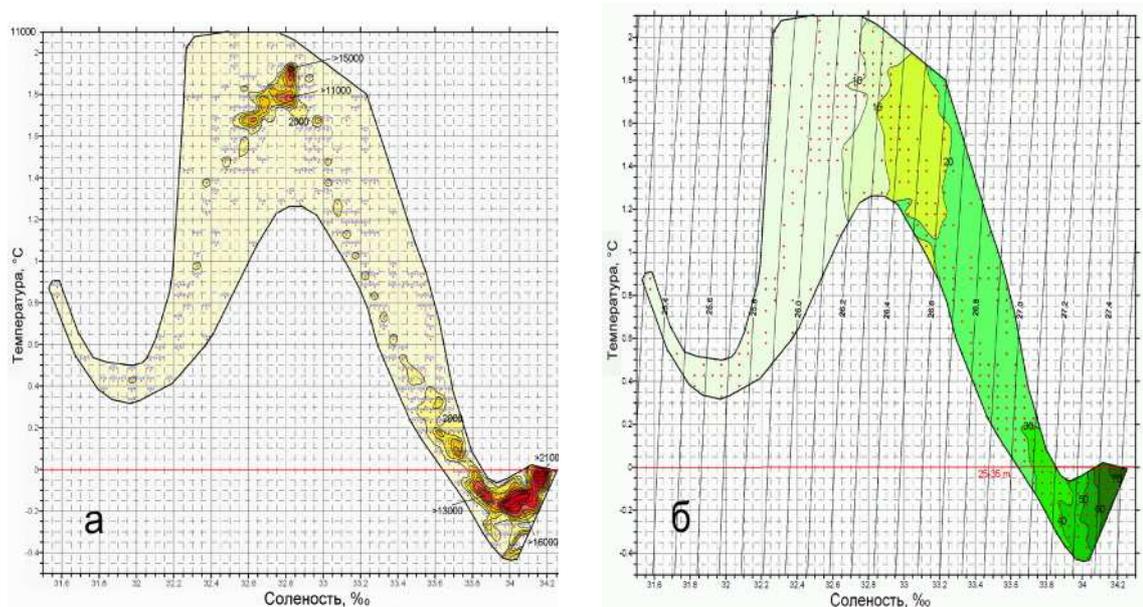


Рис. 9. Объемно-статистическая T, S-диаграмма вод на меридиональном разрезе № 1 в проливе Пенола: а) объемы вод, м³, б) средневзвешенная глубина залегания вод, м.

Анализ совмещенных объемно-статистических T, S-диаграмм вод пролива Пенола и вод пролива Брансфилд (рис. 10) показывает, что в проливе Брансфилд присутствуют лишь следы промежуточно-глубинных вод, и они не могут быть источником формирования вод пролива Пенола. Соленость основной массы промежуточных и глубинных вод пролива Брансфилд (более 34,3 ‰) существенно выше, чем в регионе архипелага.

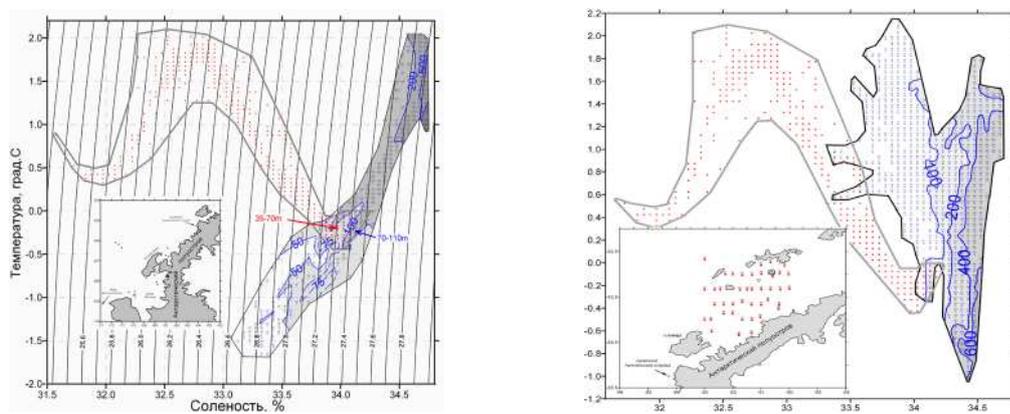


Рис.10. Слева: объемно-статистическая T, S-диаграмма вод залива Маргарет и окрестностей на фоне границ распределения вод аналогичной диаграммы меридионального разреза через пролив Пенола (из рис. 9) (средневзвешенная глубина залегания вод в метрах). На врезке дана схема станций в районе залива Маргарет. Справа: аналогичное представление для вод пролива Брансфилд и пролива Пенола. На врезке дана схема станций в районе пролива Брансфилд.

Аналогичный анализ T, S-диаграмм вод пролива Пенола и вод залива Маргарет (рис. 10) показывает, что промежуточно-глубинные воды пролива Пенола по своим характеристикам соответствуют промежуточным водам залива Маргарет. Отличие состоит только в глубине расположения

вод: в заливе Маргарет эти воды находятся на горизонтах 70–110 м, т. е. промежуточные воды пролива Пенола приподняты на 35–40 м. Это служит достаточно обоснованным подтверждением южного происхождения глубинных и промежуточных вод пролива Пенола. Частая повторяемость в исследуемом районе северо-восточных ветров, вызванная активной циклонической деятельностью вдоль западного побережья Антарктического полуострова, способствует дрейфовому переносу поверхностных вод в южных направлениях. Следовательно, в промежуточных и, возможно, глубинных слоях должен существовать обратный, компенсационный перенос вод. Очевидно, что именно такая ситуация наблюдалась в данном случае.

Выводы

Термическая структура поверхностных вод межостровной зоны архипелага в середине февраля 2013 г. характеризовалась наличием ряда очагов относительно холодных и теплых вод. Температура поверхностных вод находилась в диапазоне 0,90–1,65 °С, а соленость изменялась в пределах 32,60–32,96 ‰. В межостровной зоне наблюдалась двухслойная вертикальная структура вод с распресненным и теплым поверхностным слоем и соленым и холодным придонным. В северной и южной частях островной акватории термоклин располагался на горизонтах 20–30 м, в более мелководной центральной, где существовали благоприятные условия для весенне-летнего прогрева, – на глубине 30 – 40 м.

Анализ структуры термохалинного поля (Т, S-кривых) позволил сделать важный вывод, что мониторинг пространственно-временной структуры термохалинного поля межостровной акватории достаточно проводить в одной точке.

Основной особенностью вертикальной структуры полей температуры и солености в проливе Пенола можно считать хорошо выраженное трехслойное строение. Вертикальных распределений температуры и солености в проливе Пенола позволило впервые для данного региона Антарктики выявить существование промежуточного холодного слоя, разделяющего относительно теплые и значительно более соленые глубинные воды от прогретых в летних условиях и распресненных поверхностных вод.

Анализ Т, S-диаграмм вод трех различных районов западного шельфа Антарктического полуострова (пролива Пенола, пролива Брансфилд, находящегося к северу от островов Аргентинского архипелага и залива Маргарет, расположенного южнее) позволил сделать вывод о наличии переноса промежуточных и глубинных вод с юга.

Литература

1. **Артамонов Ю. В.**, Ломакин П. Д., Попов Ю. И. и др. Водные массы региона Южных Шетландских островов в осенний сезон Южного полушария // Бюл. УАЦ. – 2000. – № 3. – С. 101–107.
2. **Булгаков Н. П.**, Украинский В. В., Попов Ю. И. и др. Структура и кинематика вод в районе Аргентинских островов осенью 1998 года // МГЖ. – 1999. – № 5. – С. 41 – 50.
3. **Булгаков Н. П.**, Ломакин П. Д., Артамонов Ю. В. и др. Структура и кинематика вод в районе архипелага Аргентинские острова в марте-апреле 2000 года // МГЖ. 2002. – № 6. – С. 35 – 41.
4. **Державна** цільова науково-технічна програма проведення досліджень в Антарктиці на 2011 – 2020 р.
5. <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1002-2010-%D0%BF/print1390205461171878>
6. **Попов Ю. И.**, Скрышник В. В., Тимофеев В. Е. и др. Гидрофизические аномалии и их связь с метеорологическим режимом в районе станции «Академик Вернадский» в течение летних сезонов 2000 и 2001 гг. // УАЖ. – 2003. – №1. – С. 79 – 84.
7. **Украинский В. В.**, Попов Ю. И., Неверовский И. П. и др. Характеристика течений и вертикальная структура вод в районе островов Аргентинского архипелага по данным натурных наблюдений // Бюл. УАЦ. – 2000. – № 3. – С. 102 – 110.
8. **Timofeev V. E.** Some peculiarities of the near-surface air temperature change in the Antarctic peninsula region // УАЖ – 2014. – № 13. – С. 110 – 123