

УДК 551.465(267)

## ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА АКВАТОРИИ АРХИПЕЛАГА АРГЕНТИНСКИЕ ОСТРОВА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Ю.В. Артамонов

*Морской гидрофизический институт НАН Украины,  
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2, e-mail: Artam-ant@yandex.ru*

В работе анализируется пространственно-временное распределение данных гидрологических измерений, выполненных на акватории архипелага Аргентинские острова в 2001–2013 гг. Обсуждается методика проведения измерений и отмечаются основные трудности, возникающие при производстве гидрологических работ. Предлагаются пути оптимизации экспериментальных исследований, которые отвечают современным задачам океанографического направления, поставленным в Программе исследований Украины в Антарктике.

**Гідрологічні дослідження на акваторії архіпелагу Аргентинські острови: проблеми та перспективи.**

Ю.В. Артамонов

**Реферат.** У роботі аналізується просторово-часовий розподіл даних гідрологічних вимірів, виконаних на акваторії архіпелагу Аргентинські острови у 2001–2013 рр. Обговорюється методика проведення вимірів і визначаються основні труднощі, що виникають при виконанні гідрологічних робіт. Пропонуються шляхи оптимізації експериментальних досліджень, які відповідають сучасним задачам океанографічного напрямку, поставленим у Програмі досліджень України в Антарктиці.

**The hydrological investigations on water areas of the Argentina islands archipelago: problems and prospects.**

Yu.V. Artamonov

**Abstract.** In work the spatial distribution of hydrological measurement's data carried out on water area of Argentina islands archipelago in 2001-2013 is analyzed. The procedure of carrying out of measurements is discussed and the basic difficulties arising by production of hydrological works are marked. Paths of optimization of the experimental researches, answering to the modern problems of the oceanographic direction within the framework of the State Program of Ukraine researches in Antarctica are offered.

**Key words:** Argentina islands archipelago, hydrological measurement's data, vertical water structure, sea level, diurnal and half-day tides, CTD-sounding, meteorological measurements.

### 1. Введение

С 1996 года, после организации Национального антарктического научного центра (НАНЦ) и принятия Первой Национальной Программы исследований Украины в Антарктике, океанографические работы в районе станции Академик Вернадский стали важнейшим направлением экспериментальных исследований. На начальном этапе были проведены комплексные морские Украинские антарктические экспедиции (УАЭ) на НИС “Эрнст Кренкель” (1997, 1998 гг.) и на НИС “Горизонт” (2000, 2002 гг.). В ходе этих экспедиций были выполнены полигонные съемки в районе Южных Оркнейских, Южных Шетландских островов и в западной части пролива Брансфилд. На акватории архипелага Аргентинские острова было сделано около десятка многосерийных гидрологических станций. Зондирования проводились с борта судна с помощью СТД-зондов с высоким разрешением по вертикали. В целом в результате экспедиционной деятельности в 1997–2002 гг. был накоплен обширный экспериментальный материал и выявлены некоторые региональные особенности

термохалинной структуры вод. В это время впервые были получены уникальные данные о мезомасштабной структуре течений на акватории архипелага (Артамонов и др., 2000, 2003, 2006; Булгаков и др., 1999, 2002; Ломакин и др., 2002; Украинский и др., 2000).

Многочасовые измерения на мелководье западного шельфа Антарктического полуострова, выполненные в ходе УАЭ, показали, что внутрисуточная и межсуточная изменчивость структуры вод обусловлены действием нескольких факторов: суточным ходом метеопараметров, адвекцией вод дрейфовыми течениями, изменяющимися в зависимости от преобладающих ветров под воздействием синоптических процессов. Эти факторы в зависимости от сезона и синоптической ситуации в атмосфере и океане могут играть различную роль в формировании T,S-структуры вод на шельфе. На эту сложную картину накладывается периодическая адвекция вод приливными течениями, которые, в свою очередь, могут носить как суточный, так и полусуточный характер. Полученные результаты дали возможность наметить стратегию дальнейших экспедиционных работ в рамках Программы исследований Украины в Антарктике (Артамонов и др., 2006; Ломакин и др., 2002; Артамонов, 2010).

К сожалению, из-за финансовых трудностей морские океанографические исследования Украины в Антарктике с 2002 г. прекратились, и в последующие годы гидрологические работы ограничивались только прибрежными измерениями в районе станции Академик Вернадский. При этом по ряду причин, важнейшими из которых являются: ограниченные возможности проведения гидрологических работ с малых плавсредств, устаревшая техническая база, отсутствие в зимовочном составе профессиональных океанологов, – эффективность гидрологических работ заметно упала. Активизация океанографических исследований в прибрежных районах Антарктики наметилась начиная с 2007 г., когда Украина стала участвовать в совместных с Россией экспедиционных исследованиях, проводимых на НЭС “Академик Фёдоров”. В ходе 53-й, 55-й, 57-й Российских антарктических экспедиций (РАЭ) были выполнены 23 многосуточные гидрологические станции. По этим данным показано, что факторы, выявленные в районе Аргентинского архипелага и влияющие на изменчивость структуры вод, универсальны и действуют вокруг всей Антарктиды, но на отдельных прибрежных участках имеют свои региональные особенности (Артамонов, 2010; Артамонов и др., 2011/2012). В целом за период с 1997 по 2013 г. в прибрежных районах Антарктики украинскими учеными собран достаточно большой фактический материал, который требует дальнейшего анализа и осмысления. Вместе с тем, в силу прежде всего нерегулярности экспедиций из-за организационно-финансовых трудностей, полученные данные имеют крайне неоднородную пространственно-временную обеспеченность. Это не позволяет использовать их в полной мере для решения современных задач океанографического направления.

В данной работе анализируется структура гидрологических измерений, выполненных на акватории архипелага Аргентинские острова в 2001–2013 гг., характеризуется современное состояние океанографических исследований в этом районе, обсуждается методика проведения измерений, отмечаются основные трудности, возникающие при производстве гидрологических работ, и предлагаются пути их оптимизации.

## **2. Материалы и методика работ**

В работе используются данные гидрологических измерений, выполненных зимовщиками-метеорологами на акватории архипелага Аргентинские острова с 2001 по 2013 г. Гидрологические станции выполнялись с борта малого плавсредства (шлюпки или “Зодиак”) с помощью ручной гидрологической лебедки, серии батометров БМ-48 и глубоководных термометров ТГ. Для анализа проб воды на соленость использовался электросолемер ГМ-65М. С апреля 2012 года гидрологические станции стали выполняться автоматическим СТД логгер-зондом “СТД XR-620”.

Количество гидрологических станций по годам и месяцам (жирный курсив), а также фамилии основных исполнителей работ представлены в таблице. В ней также приведено количество гидрологических зондирований, сделанных в период морских УАЭ с борта НИС “Эрнст Кренкель” и НИС “Горизонт”, а также в период РАЭ с борта НЭС “Академик Фёдоров” (жирный прямой). Положение океанографических станций, выполненных на акватории архипелага Аргентинские острова, показано на рисунке 1.

Таблица

**Количество гидрологических станций по годам и месяцам и фамилии исполнителей работ**

Годы	Зимовщики, сезонники	Месяцы												Количество станций за год
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1997	Артамонов, Попов (“Э.Кренкель”)			<b>45</b>										<b>45</b>
1998	Артамонов, Ломакин, Попов, Украинский (“Э.Кренкель”)			<b>83</b>										<b>83</b>
2000	Ломакин, Артамонов (“Горизонт”)			<b>8</b>										<b>8</b>
2001	Клок, Глибин		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>						<b>23</b>
2002	Клок, Глибин, Сытов, Неверовский				<b>2</b>	<b>4</b>				<b>2</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>44</b>
2002	Артамонов, Перов (“Горизонт”)		<b>15</b>	<b>22</b>										<b>37</b>
2003	Сытов, Неверовский, Недогибченко, Глибин	<b>13</b>			<b>3</b>	<b>3</b>								<b>19</b>
2004	Недогибченко, Глибин, Неверовский, Клок	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>			<b>6</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>47</b>
2005	Неверовский, Клок, Сытов, Ясинский	<b>1</b>		<b>1</b>	<b>2</b>									<b>4</b>
2006	Сытов, Ясинский, Неверовский, Глибин	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>28</b>
2007	Неверовский, Глибин, Недогибченко, Тавров	<b>2</b>	<b>3</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>	<b>14</b>

Продолжение таблицы

2007	Артамонов ("Ак. Фёдоров")												43	43
2008	Артамонов ("Ак. Фёдоров")	95	97											192
2008	Недогбченко, Тавров, Матвеев, Зулас	2	1	2	2	1	1	1			1		1	12
2009	Артамонов ("Ак. Фёдоров")												58	58
2009	Матвеев, Зулас, Ломакин, Ерофеев	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	3	4	20
2010	Артамонов ("Ак. Фёдоров")	90	22											112
2010	Ломакин, Ерофеев, Глибин, Махун	2	3	2	3	2	1	1		1	1	2	1	19
2011	Артамонов ("Ак. Фёдоров")												61	61
2011	Глибин, Махун, Пишняк, Федан	2			2	2	2							8
2012	Артамонов ("Ак. Фёдоров")	99												99
2012	Пишняк, Федан, Неверовский, Зулас, Полудень				2	3				5	5	7	10	32
2013	Неверовский, Зулас, Полудень, Надточий, Афтенюк	12	12	12	4	9								49
<b>Количество станций по месяцам</b>		<b>284</b> <b>46</b>	<b>134</b> <b>31</b>	<b>158</b> <b>24</b>	<b>34</b> <b>33</b>	<b>33</b> <b>14</b>	<b>12</b> <b>12</b>	<b>2</b> <b>2</b>	<b>10</b> <b>10</b>	<b>24</b> <b>24</b>	<b>47</b> <b>47</b>	<b>162</b> <b>42</b>	<b>738</b> <b>319</b>	

В работе использовались также данные наблюдений над уровнем моря с дискретностью в 1 час, результаты измерений температуры и солености у водомерного поста, проводимые один раз в сутки, и данные метеорологических измерений, выполняемых на станции Академик Вернадский.

### 3. Анализ результатов

Из таблицы видно, что гидрологические измерения в районе украинской станции Академик Вернадский (2001–2013 гг.) выполнялись крайне нерегулярно и в ограниченном объеме. За эти годы сделано всего 319 станций. В среднем за год выполнялось около 25 станций. При этом отмечается крайне неравномерное распределение станций по годам. Максимальное количество батометрических серий (47 станций) было выполнено в 2004 году, минимальное (4 станции) – в 2005 году. Существенно колеблется количество измерений от месяца к месяцу. Максимальное количество станций выполнено в ноябре (47), минимальное – в августе (2). Отметим, что основная масса гидрологических измерений у станции Академик Вернадский (2003–2011 гг.) выполнялась метеорологами старым

способом – пробы воды отбирались Нансеновскими батометрами, которые были снабжены рамой с глубоководными термометрами. Такие измерения не обеспечивают необходимого разрешения по вертикали, что ограничивает возможности оценок связи вертикальной структуры вод с приливными явлениями, синоптическими процессами в океане и нижней атмосфере, не говоря уже об оценках сезонной и межгодовой изменчивости.

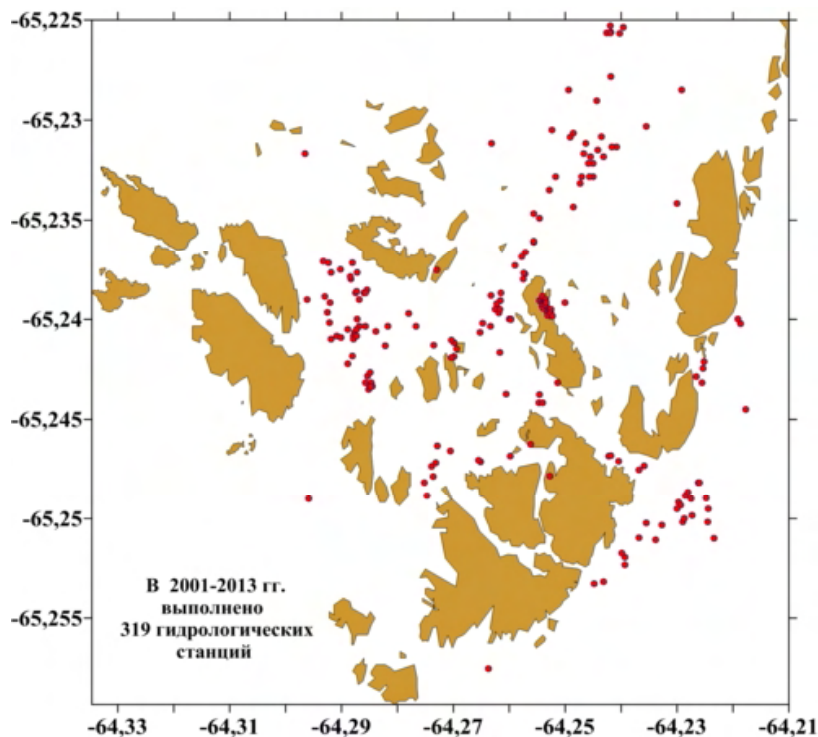


Рис. 1. Расположение на акватории архипелага Аргентинские острова океанографических станций (черные точки), выполненных за период с 2001 по 2013 г.

С апреля 2012 г. на станции Академик Вернадский начали использовать современный СТД-зонд, что существенно повысило эффективность работ, и за 5 месяцев 2013 года было выполнено уже 49 океанографических станций. Можно надеяться, что в этом году будет проведено рекордное количество измерений за весь период наблюдений. Но даже превышение в несколько раз объема данных пока не снимает основных проблем, связанных с учетом приливной и синоптической изменчивости, поскольку нерегулярность выполнения станций по пространству и времени сохраняется. В связи с этим не совсем понятны физические принципы, по которым выбираются точки и время измерений, т.е. общая стратегия проведения экспериментальных работ, которая должна бы отвечать современным задачам океанографических исследований в рамках Государственной научно-технической Программы исследований Украины в Антарктике на 2011–2020 гг.

Ниже на примере пяти месяцев (январь–май) 2013 года, наиболее обеспеченных океанографическими измерениями, подробно рассматривается пространственно-временная структура данных и анализируются возможности их использования для исследования изменчивости гидрологических полей. Рисунок 2 показывает, что, как и в прошлые годы, гидрологические станции на акватории архипелага распределены крайне неравномерно, поэтому вертикальная структура вод в отдельных точках, зафиксированная в разное время, формировалась под влиянием разных гидрометеорологических процессов, протекающих в

момент измерений, а также разных фаз прилива и локальных орографических условий. Отсутствие квазисинхронных полигонных измерений на регулярной сетке не позволяет получить представление об общей пространственной структуре гидрологических полей.

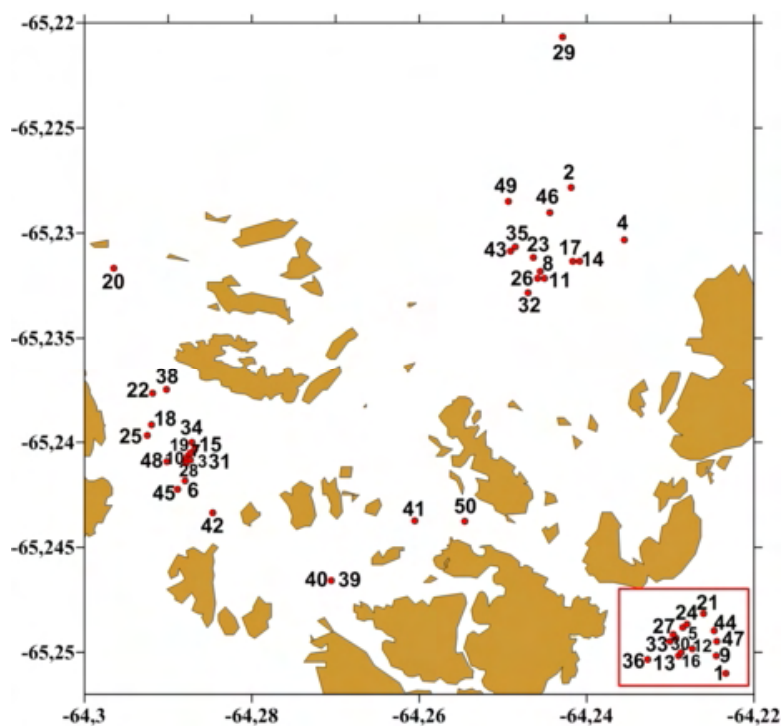


Рис. 2. Расположение океанографических станций (черные точки), выполненных в январе-мае 2013 г. на акватории архипелага Аргентинские острова. Числа – номера станций.

Вместе с тем регулярные измерения температуры, солености и уровня моря у водомерного поста позволяют проанализировать связь между метеорологическими и гидрологическими процессами. Совместный анализ временного хода метеопараметров, измеренных на станции Академик Вернадский, температуры и солености выявляет определенные закономерности, указывающие на связь гидрологических процессов с метеоусловиями (рис. 3). Отметим, что наблюдения температуры и солености у водомерного поста производятся пока один раз в сутки, поэтому эти данные не содержат в себе приливного сигнала и не отражают внутрисуточную изменчивость, связанную с суточным ходом метеопараметров.

Качественный анализ показал, что в периоды понижения атмосферного давления, которое связано с прохождением циклонов, происходит, как правило, усиление скорости ветра, при этом преобладают ветра северо-восточных румбов. Это обуславливает приток в район архипелага более теплых воздушных масс и повышение температуры воздуха на станции, что, в свою очередь, приводит (иногда с запаздыванием) к повышению температуры воды у водомерного поста. Причем запаздывание уменьшается при усилении скорости ветра, поскольку возрастает роль адвекции более теплых вод с севера. В периоды адвекции северных вод отмечается также тенденция к повышению солености. Кроме синоптической изменчивости, во временном ходе температуры воздуха и воды прослеживается и сезонный сигнал. В апреле-мае отмечается заметное понижение этих параметров, тогда как соленость в это время начинает несколько увеличиваться.

Таким образом, по непрерывным данным, полученным у водомерного поста, можно выявить локальную реакцию океана на синоптические и сезонные процессы в районе

архипелага Аргентинские острова. К сожалению, по данным гидрологических станций, выполненных в этот же период, такие четкие закономерности не проявляются (рис. 4). Можно отметить только общее сезонное понижение температуры воды, которое видно на кривой температуры воды на поверхности океана (ТПО), построенной по всей совокупности океанографических станций, которые выполнены в 2013 году.

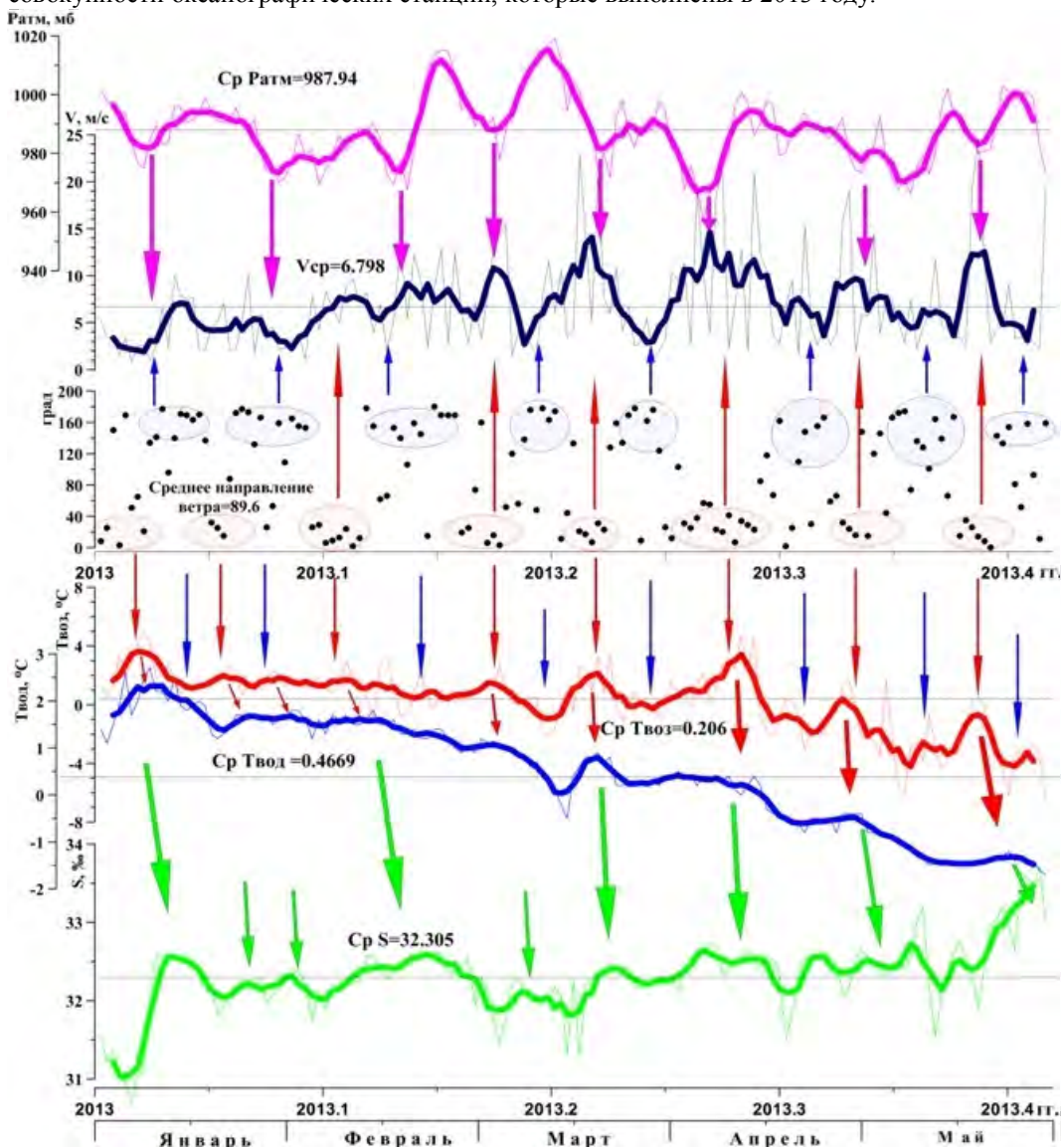


Рис. 3. Временной ход атмосферного давления (Ратм), скорости (V) и направления ветра, температуры воздуха (Твоз), температуры (Твод) и солёности (S) воды у станции Академик Вернадский в январе–мае 2013 г. Жирные кривые – сглаживание скользящим средним по пяти суткам.

Пространственная изменчивость ТПО проявляется в том, что по измерениям на последовательных по номерам станциях, выполненных почти синхронно, но в разных точках, на графике температуры появляются вертикальные участки (рис. 4). Естественно, что по нес-



кольным разнесенным по площади станциям сложно судить о пространственных особенностях структуры вод. Анализ усложняется тем, что измерения проводились в различные фазы и при разных типах приливов. Например, станции №№ 16, 24, 30, 36 выполнялись при четко выраженном полусуточном приливе, тогда как выполнение станций №№ 5, 21, 27 совпадало с выраженным суточным приливом. Кроме того, на значения гидрологических параметров, измеряемых на океанографических станциях, влияет временной ход уровня океана на масштабе более нескольких суток, который связан со сгонно-нагонными явлениями, вызванными синоптическими процессами в атмосферной циркуляции.

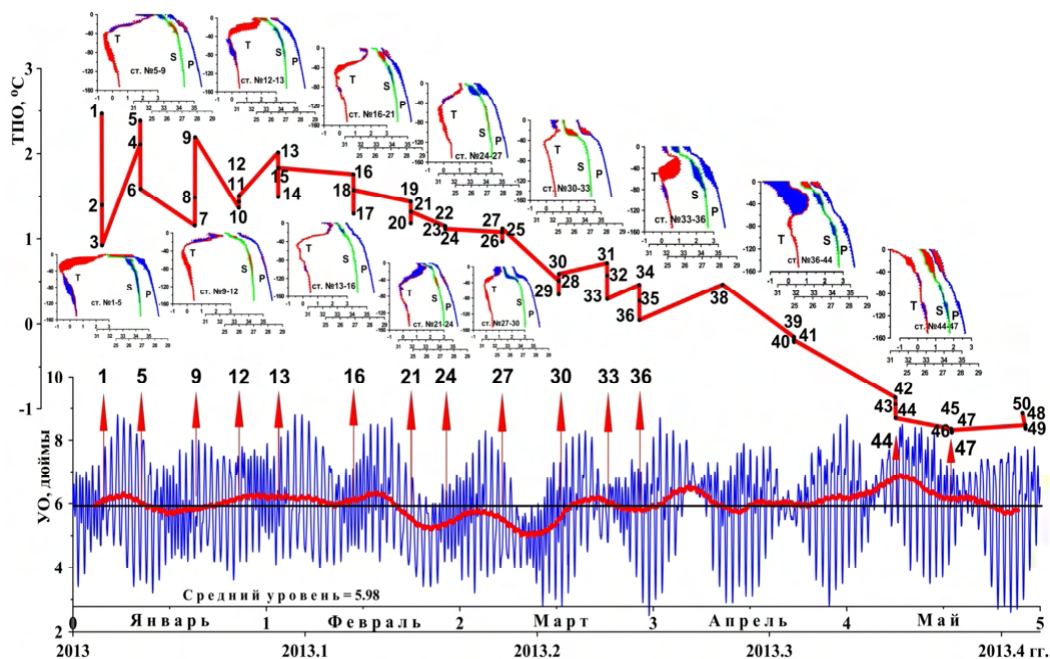


Рис. 4. Временной ход температуры воды на поверхности (ТПО, °С) по всей совокупности гидрологических станций, выполненных в январе-мае 2013 г., и уровень океана (УО, дюймы) у станции Академик Вернадский. Стрелками показано положение станций на оси времени, числа над стрелками – номера станций. Жирная кривая – УО, сглаженный скользящим средним по семи суткам. На врезках – вертикальные профили температуры (Т), солёности (S) и плотности (P) для станций, выполненных в проливе Пенола (эти станции выделены прямоугольником на рис. 2). Профили совмещены попарно для двух последовательных станций, номера которых приведены на рис. 2). Профили совмещены попарно для двух последовательных станций, номера которых приведены на графиках. Левая ось – глубина (м), нижние оси – Т (°С), S (‰), P (усл. ед.).

Большие сложности возникают при анализе вертикальной структуры вод, которая также содержит в себе приливную, синоптическую и сезонную изменчивость. Анализ разницы вертикальных профилей температуры, солёности и плотности (рис. 4) между последовательно выполненными станциями в проливе Пенола выявил некоторые особенности. Отмечается тенденция к чередованию знаков разницы по глубине с временным интервалом в одну-две станции. Например, между ст. № 1 и № 5 (первая половина января) в верхнем 50-метровом слое разницы по температуре положительная, а глубже, в слое 50–150 м – отрицательная. Между ст. № 5 и № 9 (последняя станция выполнена во второй половине января) разницы по вертикали имеет противоположный знак. Учитывая, что временной интервал между большинством последовательных станций – не более полумесяца, и если пренебречь пространственной изменчивостью, поскольку станции



в проливе расположены относительно близко друг к другу, можно предположить, что эта разница связана с влиянием разных фаз и типов приливов. Вместе с тем пренебрежение пространственной изменчивостью даже на таких масштабах является чисто гипотетическим, поскольку информация о ней пока полностью отсутствует. Выявить какие-либо устойчивые временные закономерности и дать количественные оценки связи приливов и вертикальной структуры вод также пока не представляется возможным из-за малого количества данных.

В случае когда выполнение станций проводилось с большим временным интервалом, в изменениях гидрологических параметров, кроме внутрисуточной и синоптической изменчивости, проявляется сезонный сигнал. Например, между станциями № 33 и № 44, которые выполнены через полтора месяца одна после другой, отмечается заметное понижение температуры в верхнем 50-метровом слое. Возможно, оно связано с общим охлаждением океана в осенний период. С другой стороны, к такому эффекту может привести изменение структуры вод за счет изменения циркуляции в проливе на синоптическом масштабе. Последний пример вновь подтверждает, что пока данных явно недостаточно, чтобы получить устойчивые закономерности и сделать обоснованные физические выводы.

Таким образом, вся совокупность океанографических измерений, выполненных к настоящему времени на акватории архипелага Аргентинские острова (кроме водомерного поста), пока не позволяет получить статистически достоверные среднемесячные нормы гидрологических параметров, построить их пространственное распределение и сформировать временные ряды для анализа долговременных изменений. Это объясняется крайне неоднородным распределением станций по пространству и времени и общим небольшим объемом полученной информации. Такое состояние океанографических исследований связано с несколькими причинами. Первая проблема – чрезвычайная загруженность зимовщиков-метеорологов, в ведении которых находятся также и гидрологические измерения. Ежедневно одному-двум метеорологам приходится выполнять огромный объем работ, состоящий из 7-8 пунктов. Естественно, что при такой большой нагрузке на группу метеорологов они не имеют возможности проводить еще и систематические океанографические измерения. Поэтому за зимовку у станции Академик Вернадский выполняется в лучшем случае 40–50 гидрологических станций (Сытов, Неверовский, 2002; Неверовский, Клок, 2004). До сих пор в состав зимовщиков и сезонного отряда не включаются специалисты-океанологи, которые могли бы более профессионально планировать выполнение гидрологических измерений. Отметим, что в РАЭ в состав зимовочных и сезонных отрядов океанологи включаются.

Вторая серьезная проблема – это трудности выполнения многосуточных гидрологических измерений в одной точке, которые позволили бы оценить вклад разных масштабов изменчивости в общую дисперсию гидрологических полей. Такие работы проводились ранее на акватории архипелага Аргентинские острова с борта судна в первых морских УАЭ, а в последнее время – и в других районах Антарктики с борта НЭС “Академик Фёдоров”. Из таблицы видно, что количество зондирований резко увеличивается, когда они проводятся с борта экспедиционного судна. Тем не менее, этих эпизодических измерений пока тоже недостаточно, чтобы охватить все масштабы изменчивости. Систематические многолетние измерения гидрологических характеристик, проводимые у водомерного поста, к сожалению, не отражают характер гидрологических процессов, протекающих в межостровной зоне на больших глубинах, тем более в целом на шельфе Антарктического полуострова.

Одним из методов получения длительных рядов измерений, используемых ранее, были постановки притопленных автоматических буйковых станций (АБС) с измерителями течений и гидрологических параметров (как это делалось, например, в 1998 г. на НИС “Эрнст Кренкель”, авторы эксперимента Ю.И. Попов, В.В. Украинский). К сожалению, такая постановка, во-первых, – достаточно трудоемкая и технически сложная операция, требующая участия целого отряда специалистов. Во-вторых, АБС требуют постоянной

инспекции из-за присутствия на акватории архипелага айсбергов, которые могут своей подводной частью срезать установку. В-третьих, в настоящее время оборудование, которое использовалось почти 15 лет назад, пришло в негодность, создание новых отечественных АБС в силу разрушения технической базы практически нереально, а закупка за границей подобных систем – слишком дорогостоящее предприятие.

Выполнение многосуточных станций с борта малого плавсредства (лодка или “Зодиак”) также имеет свои сложности. Судно должно находиться в одной точке в течение несколько суток, при этом оно будет подвергаться напору плавающих льдин, сильному иногда волнению и экстремальным погодным условиям. Кроме того, нахождение наблюдателей на малом плавсредстве в течение более полусуток не отвечает медицинским, бытовым и другим требованиям безопасности проведения полевых работ. Оптимальным вариантом при проведении научных работ на акватории архипелага было бы использование малотоннажного судна водоизмещением 20–30 тонн. В зимний период с помощью лебедки или крана оно легко вытаскивается на берег. Примером такого судна является мини-баржа “Амдерма”, которая обеспечивает разгрузочно-погрузочные операции на российской станции Беллинсгаузен (рис. 5).



Рис. 5. Мини-баржа “Амдерма”.

Наличие на станции малотоннажного грузового судна упростит логистические операции и позволит доставлять грузы с больших судов, не имеющих возможности подойти близко к станции для погрузочно-разгрузочных операций. Маленькое судно открывает широкие перспективы для проведения экспериментальных работ на акватории архипелага. При этом каждая съемка может быть комплексной с работами гидрологов, биологов, геологов, геофизиков, проведением промерных измерений. При оборудовании временного помещения на таком судне можно создать комфортные условия для работы, что немаловажно в полярных широтах. Судно можно было бы ставить на длительные якорные стоянки для выполнения многосуточных гидрологических станций. Эффективность прибрежных морских работ заметно бы возросла.

Обсуждая стратегию экспериментальных океанографических работ на акватории архипелага Аргентинские острова, отметим, что она должна включать в себя разумный синтез пространственных и точечных долговременных измерений. Проведение серии пространственных съемок, по возможности в периоды разных типов приливов и синоптических процессов, позволит определить наиболее интересные места с точки зрения

изучения временной изменчивости структуры вод, наметить реперные разрезы и точки для долговременных измерений. Один из вариантов полигона был предложен Ю.В. Артамоновым и С.М. Недогибченко еще в 2010 году. Позднее он был несколько усовершенствован (рис. 6). Океанографические измерения предлагается проводить по определенной схеме, которая, с одной стороны, обеспечивала бы получение наиболее адекватных результатов, с другой – отвечала реальным техническим возможностям при проведении экспериментальных работ с малого плавсредства. Учитывая необходимость охватить большую акваторию за короткий срок, для этих полигонных измерений можно было бы использовать быстроходный “Зодиак”.

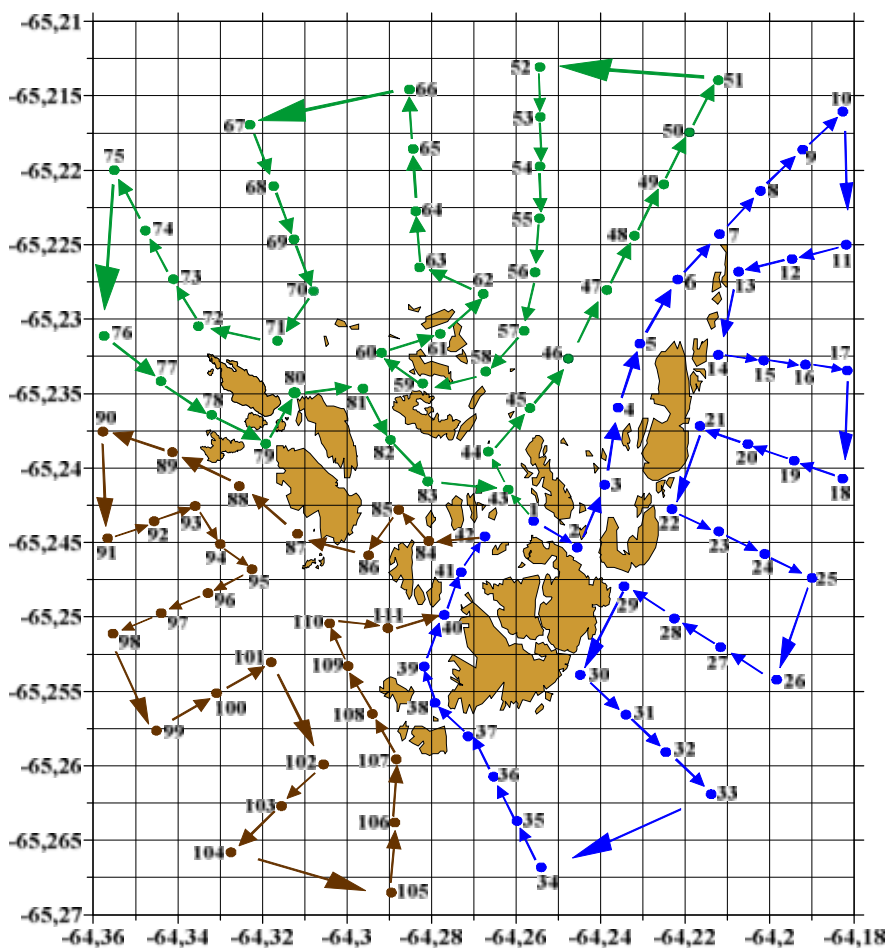


Рис. 6. Предлагаемая схема гидрологических станций, выполняемых мини-СТД-зондом на акватории архипелага Аргентинские острова,.

Основная физическая концепция, на которой базировалось построение предлагаемой схемы станций, заключается в том, что гидрологические процессы в пределах архипелага в значительной мере определяются океанографическими условиями на его границах. Определить эти условия позволит выполнение серии разрезов на акваториях, окружающих архипелаг. Работы на этих разрезах должны комбинироваться с выполнением станций в пределах межостровной зоны. Предлагаемая схема работ включает в себя около 100–120 станций.

На схеме (рис. 6) предложены три возможных маршрута последовательного выполнения станций, размеченные разными цветами. Общая протяженность всех маршрутов составляет около 38–40 миль. При скорости “Зодиака” или другого малого плавсредства порядка 6 узлов время на переходы составит около 6.5-7 часов. Выполнение одной океанографической станции СТД-зондом на малой глубине требует не более 10–15 минут. На выполнение примерно 110 станций потребуется около 27.5 часов, или менее 1.5 суток. На практике предложенная схема работ может претерпеть существенную трансформацию. Но даже предварительные оценки показывают, что вся акватория архипелага может быть охвачена измерениями за время, меньшее среднего синоптического периода и продолжительности прилива одного типа. Для получения более полной информации о состоянии структуры вод представляется важным параллельно с измерениями гидрологических параметров проводить регулярные измерения скоростей течений.

Поскольку результаты, получаемые в УАЭ, носят чисто региональный характер, важно оценить, как эти закономерности проявляются в других районах Антарктики. В этой связи необходимо продолжить участие украинских специалистов в экспедициях на судах других государств, в частности России, что позволило бы расширить прибрежные и океанические исследования Украины в Антарктике. Такие совместные регулярные экспедиций будут способствовать накоплению объема экспериментальных данных, а их обобщение позволит получить новые, более обоснованные физические результаты.

#### 4. Заключение

Исследование проявлений глобальных климатических изменений в прибрежных областях Антарктического континента является фундаментальной проблемой, решение которой позволит уточнить наши представления о механизмах формирования регионального климата, оптимизировать решение прикладных и экологических задач. Это требует комплексного многоуровневого подхода с изучением изменчивости характеристик океана и атмосферы на разных пространственно-временных масштабах. Ключевым вопросом является понимание особенностей перераспределения энергии крупномасштабных межгодовых колебаний на сезонном, синоптическом и внутрисуточном уровнях. Современные теоретические модели взаимодействия океана и атмосферы пока далеки от совершенства и в силу грубости аппроксимации граничных условий не позволяют однозначно трактовать региональные особенности этого взаимодействия. Очевидно, что без изучения реальной высокочастотной изменчивости характеристик в пограничных слоях океана и атмосферы невозможно успешное развитие моделирования атмосферной циркуляции и создаваемых на его основе методов долгосрочного прогнозирования погоды. Вместе с тем экспериментальная база временных реализаций измерений гидрометеопараметров в Антарктике ограничена в основном стандартной метеорологией на полярных станциях, а высокочастотные измерения, направленные на изучение процессов энергообмена и изменчивости океанографических параметров, выполняются крайне редко. В связи с этим Украинская антарктическая станция Академик Вернадский является удобной базой, на которой можно развивать региональные, в т.ч. и океанографические, исследования, а район Аргентинских островов – уникальной естественной лабораторией, где можно изучать процессы взаимодействия океана и атмосферы на различных временных масштабах. Выделение необходимых финансовых средств для обновления и расширения парка приборов, приобретение собственного маломерного судна, систематическое участие специалистов-океанологов в экспериментальных работах УАЭ позволят наполнить декларативные заявления о важности и необходимости океанографических исследований в Антарктике реальным содержанием. Присутствие украинских специалистов в экспедициях на судах других государств способствовало бы развитию межгосударственной научной кооперации, расширению географии исследований Украины в Антарктике и повышению ее международного престижа.

### Литература

**Артамонов Ю.В.** Океанографические исследования в рамках II-го этапа Государственной программы исследований Украины в Антарктике // УАЖ. – 2010. – № 9. – С. 119–133.

**Артамонов Ю.В., Булгаков М.П., Ващенко В.М., Ломакин П.Д.** Океанографічні дослідження України в Атлантичному секторі Антарктики (1997–2004). – Київ: Наукова думка, 2006. – 164 с.

**Артамонов Ю.В., Ломакин П.Д., Попов Ю.И., Украинский В.В.** Водные массы региона Южных Шетландских островов в осенний сезон Южного полушария // Бюл. УАЦ. – 2000. – № 3. – С. 101–107.

**Артамонов Ю.В., Романов А.С., Внуков Ю.Л.** и др. Особенности гидрологической и гидрохимической структуры вод в районе архипелага Аргентинские острова в феврале-марте 2002 года // УАЖ. – 2003. – № 1. – С. 17–24.

**Артамонов Ю.В., Антипов Н.Н., Бунякин В.П.** и др. Изменчивость поля температуры воды в Антарктике по данным попутных измерений на НЭС “Академик Фёдоров” в 1999–2011 гг. // УАЖ. – 2011/2012. – № 10-11. – С. 172–185.

**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.

**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.

**Ломакин П.Д., Артамонов Ю.В., Кондратьев С.И.** та ін. Результати попутних океанографічних та метеорологічних спостережень в п'ятій Українській Антарктичній експедиції // Бюл. УАЦ. – 2002. – № 4. – С. 138–140.

**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.