

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ВОД ЗАЛИВА ПРЮДС.

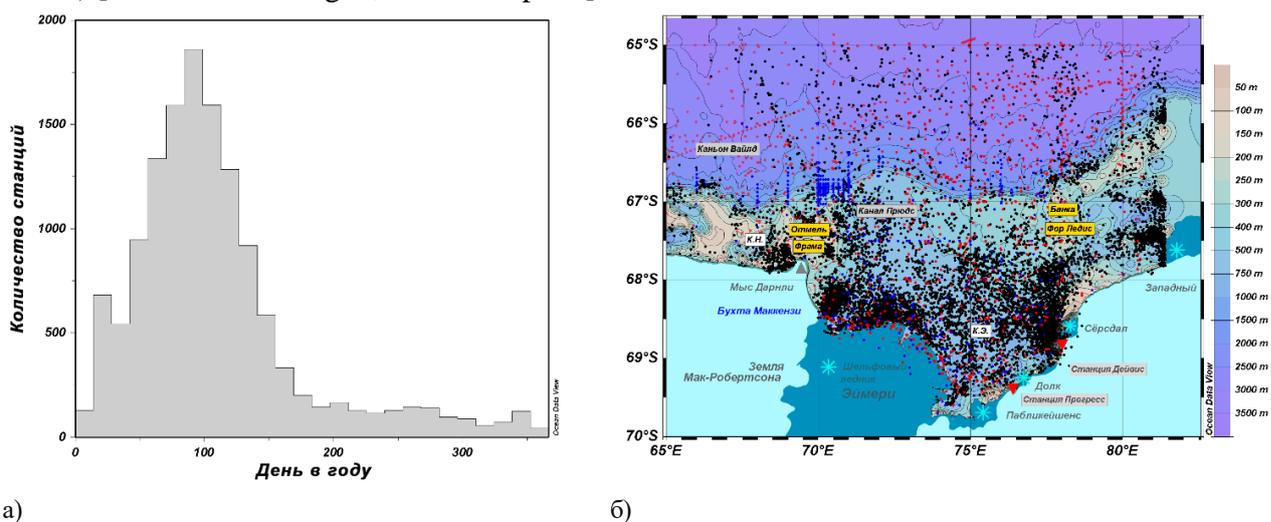
Федотова Алина Андреевна<sup>1,2</sup>, Демидов Александр Николаевич<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Географический факультет, г.Москва;

<sup>2</sup>ФБГУН ФИЦ Морской гидрофизический институт, Отдел океанографии, г.Севастополь.

**Введение.** Расположенный в Восточном секторе Антарктики, залив Прюдс является одним из значимых источников плотных Антарктических шельфовых вод (ААШВ), участвующих в образовании Антарктических донных вод (ААДВ) в Южном океане. По последней оценке, [Головин с соавт., 2011] вклад склонового каскадинга образованных в заливе Прюдс Антарктических шельфовых вод в вентиляцию глубинных и донных вод Южного океана составляет до 0.24 Св при оценке их общего расхода в Южном океане в  $5.4 \pm 1.7$  Св [Orsi et al, 2002].

**Данные и методы.** Исследование особенностей структуры вод залива Прюдс проводилось на основе анализа объединенной базы данных (Рис.1), состоящей из CTD данных международной базы данных Мирового океана (WOD18 - World Ocean Database), Арктического и антарктического научно-исследовательского института и данных, полученных в ходе программы по исследованию полярных районов Мирового океана с использованием морских млекопитающих (MEOP - Marine Mammals Exploring the Oceans Pole to Pole) [www.nodc.noaa.gov, www.meop.net].



а) б)  
Рис.1. База CTD данных ; а) распределение станций по дням в году; б) карта-схема района исследования с нанесёнными станциями; чёрными точками обозначены станции MEOP; красными точками – станции из WOD18 CTD; синими точками – станции ААНИИ.

База данных WOD18 CTD состоит преимущественно из экспедиционных высокоточных данных, полученных в период с января по март. В холодный период (апрель – ноябрь) в шельфовой зоне залива Прюдс данных нет. Исключение для холодного периода составляют данные буёв Арго для склона и открытой части моря Содружества. Нужно отметить, что после запуска программы MEOP в 2004, база CTD данных WOD для шельфовой зоны залива Прюдс практически не пополнялась.

В работе использовались данные ААНИИ, полученные по большей части в ходе Российских Антарктических экспедиций в тёплый период с января по март с 1997 по 2016 гг. Однако в базу данных входят уникальные CTD данные для шельфовой зоны залива Прюдс, полученные в холодный период (июль).

Запуск программы MEOP открыл новый этап исследований в прибрежных районах Южного океана. Из-за удалённости и практически сплошного покрытия морским льдом структура вод шельфовой зоны залива Прюдс практически не исследовалась в холодный

период. Исследования залива Прюдс проводились только с помощью дистанционных методов, на основе данных заякоренных буёв либо в районах Антарктических станций. Таким образом, главной ценностью базы STD данных МЕОР является наличие данных, полученных в холодный период в прибрежных районах Южного океана. На шельфе залива Прюдс максимальная плотность данных приходится на районы трёх крупных полыней (Маккензи, Дейвис и Барриер) в период с апреля по ноябрь. В базу входит более 10000 станций для периода с февраля по декабрь. Однако база данных МЕОР имеет низкую точность STD данных, поэтому нуждается в подтверждении более точными данными, полученными в ходе экспедиционных исследований. В связи с этим целью предложенного доклада является выявление согласованности используемых в исследовании баз STD данных.

**Оценка качества базы STD данных МЕОР.** Часть данных МЕОР-STD находятся в открытом доступе. В последнюю версию WOD включены STD данные, полученные в ходе программы МЕОР, как APB (Autonomous Pinniped Bathythermograph data – автономные батитермографы, установленные на ластоногих животных). Как видно на  $\theta, S$ -диаграмме, приведённой на рисунке 2.а, STD данные APB, обозначенные серым цветом, значительно отличаются от STD данных, полученных в той же акватории в ходе экспедиционных исследований. Несовпадение преимущественно касается значений солёности. В базу включены данные с солёностью выше 35 епс, которые никогда не фиксировались в ходе экспедиционных исследований. Следовательно, STD данные, полученные в ходе программы МЕОР и включённые в WOD18 как APB, нуждаются в обработке и непригодны к анализу.

Также база данных доступна и на других интернет ресурсах. На рисунках 2.б и 2.в чёрным цветом представлена  $\theta, S$ -диаграмма данных (DATA\_ncARGO) с основного ресурса программы МЕОР [www.meop.net]. На рисунке 2.в видно, что данные МЕОР прошли необходимую обработку [Roquet et al., 2011; Frazer et al., 2018] и согласуются с данными зарубежных и отечественных экспедиционных исследований.

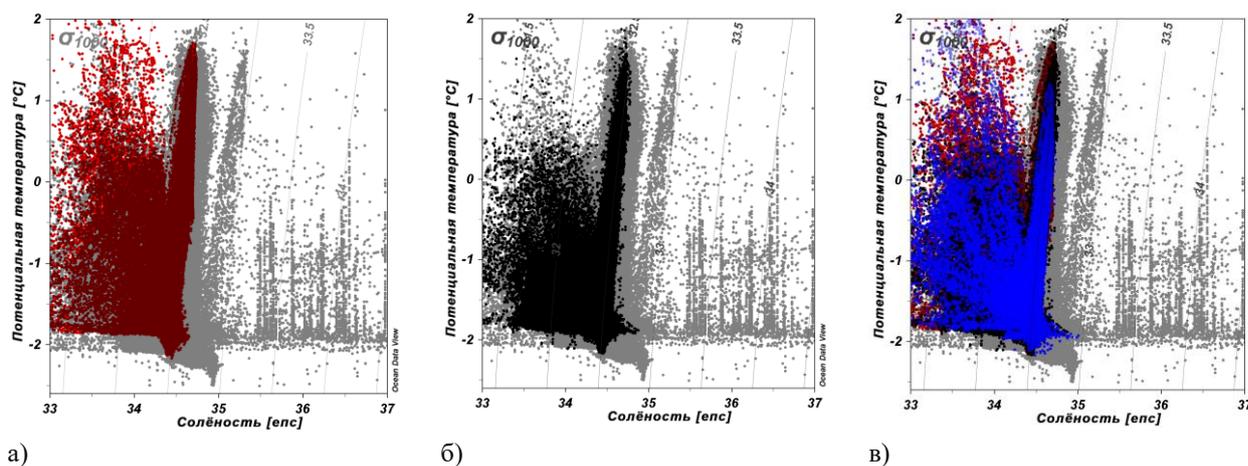
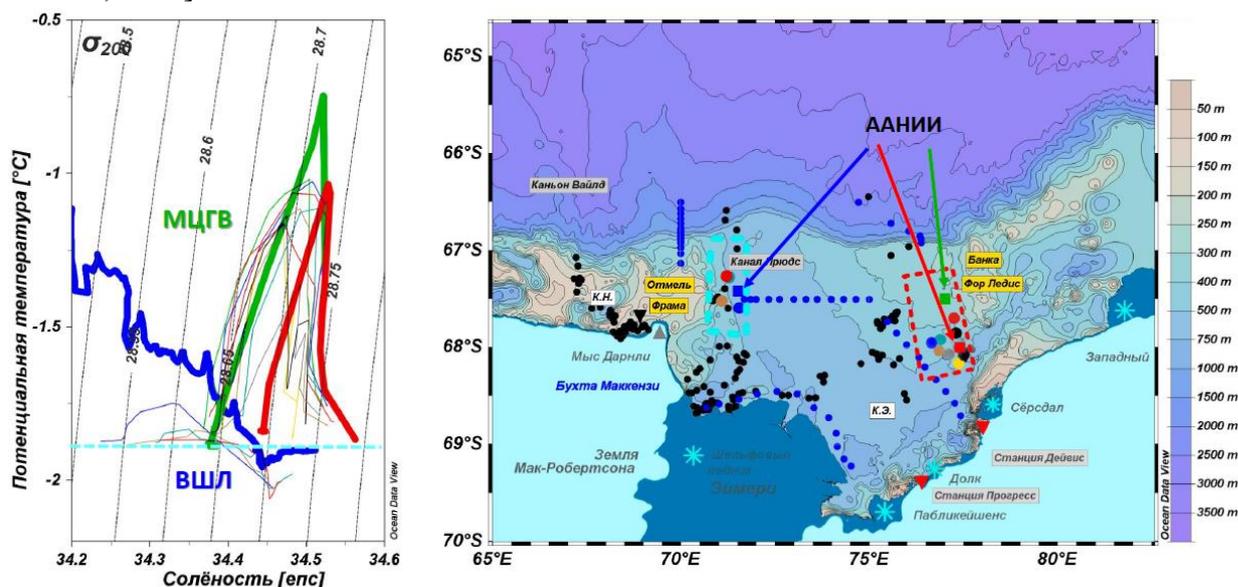


Рис.2.  $\theta, S$ -диаграммы района исследования; серым цветом приведена  $\theta, S$ -диаграмма WOD18 APB; красным цветом обозначена  $\theta, S$ -диаграмма WOD18 CTD; чёрным цветом обозначена  $\theta, S$ -диаграмма базы данных МЕОР [www.meop.net]; синим цветом обозначена  $\theta, S$ -диаграмма базы STD данных ААИИИ; а)  $\theta, S$ -диаграмма WOD18 CTD на фоне WOD18 APB; б)  $\theta, S$ -диаграмма МЕОР-CTD на фоне WOD18 APB; в) совмещённая  $\theta, S$ -диаграмма WOD18 CTD, МЕОР-CTD и базы STD данных ААИИИ.

Выявлено согласование данных, полученных в ходе программы МЕОР и Российской Антарктической экспедиции (РАЭ) в тёплый период (январь-апрель) 2015 года (Рис.3). По результатам анализа базы МЕОР-CTD в период с января по май 2015 в западном секторе залива Прюдс на глубинах 200-450 м выявлены Воды шельфовый ледников (ВШЛ). На разрезе, выполненном в центральной части залива в ходе 60-й РАЭ (27-29 января 2015), в

западной части залива Прюдс в районе отмели Фрама также зафиксированы ВШЛ [Антипов, Клепиков, 2017].



а)

б)

Рис. 3. Согласование баз STD данных ААНИИ и МЕОР; а)  $\theta$ ,S-диаграммы выбранных станций; толстыми линиями обозначены  $\theta$ ,S-диаграммы станций ААНИИ; тонкими линиями –  $\theta$ ,S-диаграммы МЕОР-STD; голубым пунктиром обозначена  $\theta = -1,9$  °C; б) карта-схема расположения станций; синим цветом обозначены станции ААНИИ; чёрным цветом – МЕОР; цветными точками обозначены станции, в которых выявлено согласование; К.Н.- котловина Нильсона; К.Э.- котловина Эймери.

Анализ базы данных МЕОР-STD за холодный период 2011-2013 и 2015 годов позволил выявить наличие заточков модифицированных Циркумполярных глубинных вод в районе банки Фор Ледис в период с мая по октябрь (Рис.3). На разрезе, выполненном в июле 1997 года в ходе отечественных исследований в том же районе, также был зафиксирован заток модифицированных Циркумполярных глубинных вод. Стоит отметить, что уникальные данные, полученные в холодный период в ходе отечественной экспедиции, являются единственным подтверждением вывода, сделанного на основе анализа базы МЕОР-STD, о наличии заточков МЦГВ в районе банки Фор Ледис в холодный период.

### Заключение

STD данные, включенные в международную базу данных Мирового океана (WOD18) как данные автономных батитермографов, установленных на ластоногих животных (APB), нуждаются в обработке.

Выявлено согласование данных МЕОР-STD и данных, полученных в ходе отечественных экспедиционных исследований (база данных ААНИИ). В тёплый период 2015 года в западном секторе залива Прюдс на глубинах 200-450 м выявлены Воды шельфовый ледников. Уникальные данные, полученные на шельфе залива Прюдс в июле 1997 года, подтверждают результаты анализа МЕОР-STD за 2011-2013 и 2015 года о наличии заточков модифицированных Циркумполярных глубинных вод в районе банки Фор Ледис в холодный период.

Полученные результаты являются подтверждением целесообразности использования обработанной базы данных программы по исследованию полярных районов Мирового океана с помощью морских млекопитающих [www.meop.net] для определения особенностей структуры вод залива Прюдс.

**Благодарность.** Авторы выражают благодарность Н.Н.Антипову, ст.н.с. лаборатории океанологических и климатических исследований Антарктики ФБГУН ААНИИ, за ценные

рекомендации к работе, а также судовому научно-техническому отряду НЭС "Академик Федоров" за помощь в получении ценных экспедиционных данных.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме № 0827-2019-0003, анализ данных проведен по гранту РФФИ №19-17-00110.

### **Список литературы**

*Антипов Н.Н., Клетиков А.В.* Межгодовая изменчивость водных масс в области формирования донных вод в заливе Прюдс // Арктика и Антарктика, Вып. 3 (113), 2017, С. 87–106.

*Головин П.Н., Антипов Н.Н., Клетиков А.В.* Сток антарктических шельфовых вод в летний период на шельфе и материковом склоне моря Содружества и их влияние на формирование донных вод Южного океана // Океанология, Т. 51, № 3, 2011, С. 393–408.

*Frazer E.K. et al.* A method for correcting seal-borne oceanographic data and application to the estimation of regional sea ice thickness // Marsys, 2018.

*Orsi A. H. et al.* On the total input of Antarctic waters to the deep ocean: A preliminary estimate from chlorofluorocarbon measurements // Journal of geophysical research, V.107, no. C8, 2002, P. 31.

*Roquet, F. et al.* Delayed-mode calibration of hydrographic data obtained from animal-borne satellite relay data loggers // Journal of atmospheric and oceanic technology 41, 2011, PP. 787–801.

MEOP-CTD database, [http:// www.meop.net](http://www.meop.net), 10 августа 2018.

World Ocean Database, [http:// www.nodc.noaa.gov](http://www.nodc.noaa.gov), 15 декабря 2018.