

Рис. 3. Положение и интенсивность стратосферного полярного вихря 27 февраля 2016 года (а) и 1 марта (б) 2016 года.

выхолаживание арктической стратосферы создали условия, которые могли бы вызвать существенное истощение озонового слоя над Арктикой в зимне-весенний период 2016 года. В этой связи в конце января 2016 года на сети станций озонметрических зондирований, расположенных к северу от 60° с.ш., в рамках международной программы «Определение потерь стратосферного озона» (*Stratospheric ozone loss determination, Match*) было начато проведение скоординированных озонзондирований.

Одной из таких станций является научно-исследовательский стационар «Ледовая база «Мыс Баранова»». К настоящему времени (середина марта 2016 года) на нем было выполнено 12 озонзондирований. Зондирования выполнялись сотрудниками ААНИИ С.А. Семеновым и В.Ю. Кустовым. Средняя высота измерений концентрации озона составила 30 км. На рис. 1 приведены в качестве примера полученные в ходе работ профили концентрации озона 27 февраля (минимальное содержание озона за период наблюдений) и 1 марта (максимальное содержание).

На рис. 2 приведены проинтегрированные по слоям содержание озона в соответствующем столбе атмосферы и средние в слоях температуры воздуха.

Как видно из рис. 2, максимальное значение содержания озона в столбе атмосферы от подстилающей поверхности до высоты 25 км наблюдалось 1 марта и составило 7,085 г/м² (порядка 330 ед. Добсона), минимальное — 27 февраля (2,989 г/м², 140 ед. Добсона). Таким образом, в отдельно взятой точке (НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»») 27 февраля содержание озона составляло лишь 42 % от типичного для февраля среднего значения. Объяснением столь большого различия в содержании озона является положение стратосферного полярного вихря в указанные даты. 27 февраля над НИС практически находился центр вихря, в то время как 1 марта — его периферия (рис. 3).

Следует отметить, что НИС «Ледовая база «Мыс Баранова»» является одной из четырех станций, расположенных севернее 75° с.ш., в наименее освещенном данными наблюдений районе северной полярной области. Это существенно повышает ценность полученных на ней натуральных наблюдений. В настоящее время наблюдения на 37 станциях, выполняющих озонзондирования по скоординированной программе, продолжают. Комплексный анализ полученных на них данных позволит существенно расширить представления о механизмах формирования и разрушения озонового слоя в Арктике.

А.П. Макштас (ААНИИ)

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФЬОРДОВ АРХИПЕЛАГА ШПИЦБЕРГЕН ВЕСНОЙ 2016 ГОДА

Целью океанографических работ на весеннем этапе экспедиции «Шпицберген-2016» являлось получение новых данных о характере термодинамической эволюции морского снежно-ледяного покрова и сезонной трансформации океанологических условий на внутренних морских акваториях архипелага Шпицберген.

Исследования в экспедиции проводились в период с 28 февраля по 14 марта 2016 года на акваториях заливов Ван-Майен-фьорд, Грэн-фьорд и Ис-фьорд научной группой, состоявшей из трех сотрудников ААНИИ. Работы выполнялись в рамках темы 1.5.3.3 плана НИОКР Росгидромета «Исследование многолетних изменений гидрометеорологического режима и состояния природной среды архипелага Шпицберген».

С момента прибытия в Баренцбург с 27 февраля по 29 февраля 2016 года деятельность океанографического отряда была связана с подготовкой к работе измерительного и вспомогательного экспедиционного оборудования. 1 марта 2016 года отряд на снегоходах перебазировался в поселок Свейя (Свеагрува) и приступил к выполнению работ в бухтах Браганцаваген, озере Валлунден в кутовой части залива Ван-Майен-фьорд и в бухте Риндерсбукта у фронта ледника Паулабрин.

Для исследования процессов энерго- и массообмена на внешних границах и в толще льда были проведены наблюдения в замерзающем за счет контакта с атмосферой слое пресной воды, заполнявшей искусственный ледовый бассейн. Были вырублены две искусственные снежницы (ледовые бассейны) размером 2×2×0,35 м, одна в морском (припай-

ном) льду на сообщающемся с бухтой Свейя озере Валлунден, другая — в пресноводном льду на безымянном озере на берегу бухты Браганцаваген. Толщина морского льда составляла 62 см, пресного — 83 см. Эксперимент состоял в проведении синхронных измерений температуры и солёности в столбе пресной воды. Для исключения расплавления дна и стенок бассейна пресной водой, последняя предварительно была охлаждена естественным путем до температуры замерзания. Место эксперимента было выбрано на типичном участке ровного, недеформированного льда, максимально удаленного от торосистых образований, застрогов и других шероховатостей ледяного покрова. Измерительные устройства STAR ODDI DST CTD были размещены во всех контактирующих слоях воды и льда до заливки пресной воды и оставались в них в течение всего времени эксперимента. Атмосферные условия, определяющие скорость замерзания, регистрировались метеостанцией поселка Свейя. До окончания эксперимента бассейн с размещенной в нем аппаратурой сохранялся в неприкосновенности.

В бухтах Браганцаваген и Риндерсбукта были выполнены измерения морфометрических и термохалинных характеристик морского льда и изменчивости термохалинной структуры подледного слоя воды путем отбора кернов, вертикальных зондирований с помощью профилографов и долговременных постановок регистраторов CTD.

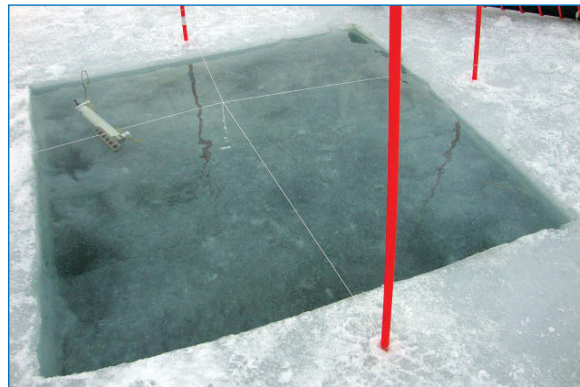
После выполнения вышеперечисленных работ 7 марта 2016 года океанографический отряд вернулся в Баренцбург, где занялся настройкой уровнемерного комплекса.

10 марта 2016 года сотрудники отряда перебазировались в поселок Свейя и продолжили работы, связанные с экспериментом по изучению припайного и пресного льда. По завершении эксперимента лед в искусственных ледовых бассейнах был взломан, приборы извлечены на поверхность, а морфологические характеристики образовавшихся слоев

Датчик STAR ODDI DST CTD, извлеченный из вскрытой снежицы.



Районы проведения работ в заливах Ис-фьорд, Грён-фьорд (1) и Ван-Майен-фьорд (2) в марте 2016 года.



Размещение измерительного оборудования в бассейне.

льда тщательно измерены. Был выполнен отбор кернов льда и проб талой воды для измерения их солёности, а также структуры и текстуры льда. Температура и солёность в придонном слое искусственных бассейнов измерялась с помощью прибора SBE37SM, как и в начале эксперимента. Было свернуто оборудование, ранее установленное в бухте Браганцаваген, выполнены операции по извлечению накопленных измерительными устройствами данных, повторно CTD-профилирование в бухте Риндерсбукта.

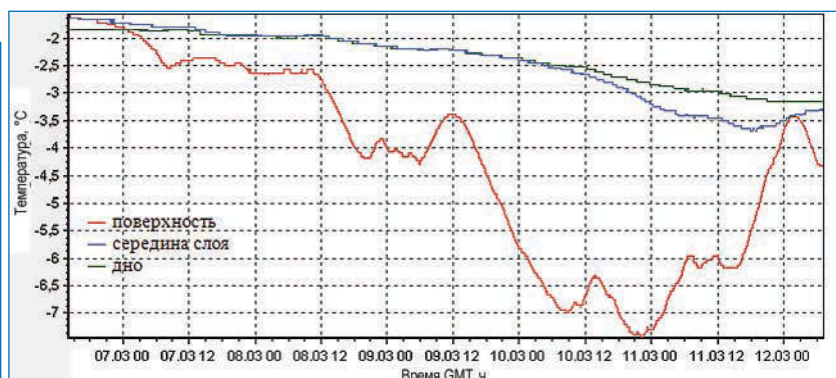
12 марта 2016 года отряд вернулся в Баренцбург и продолжил работы на уровнемерном посту ГМО «Баренцбург». 14 марта 2016 года было выполнено термохалинное профилирование в Грён-фьорде и морской части Ис-фьорда с борта баржи «Пирамида» прибором RBRconcerto C.T.D|fast 200 m.

К 15 марта 2016 года программа работ экспедиции была полностью выполнена, и 16 марта члены экспедиции вылетели из Лонгйира в Санкт-Петербург.

Выполнение работ весной 2016 года в Ван-Майен-фьорде обеспечило получение информации о гидрологическом и ледовом режиме бухты Браганцаваген и о влиянии меняющихся гидрометеорологических условий на характер и структуру морского льда в этот период года. Постановка таких экспериментов соответствует современному мировому уровню исследований в области полярной океанографии, поскольку позволяет выявить качественные особенности процессов энерго- и массообмена в системе «пограничный слой атмосферы — морской снежно-ледяной покров — подледный слой моря — пограничный слой донного грунта» и получить их количественные характеристики, необходимые для построения математических моделей вышеназванных природных процессов, разрабатываемых в отделах океанологии и взаимодействия океана и атмосферы ААНИИ.

Океанографические работы на акваториях заливов Грён-фьорд и Ис-фьорд являются продолжением мониторинга состояния водной среды фьордов Западного Шпицбергена,

Временной ход температуры в снежице № 1.



осуществляемого ААНИИ с 2005 года в рамках комплексных экспедиционных исследований на Шпицбергене. Анализ результатов термохалинного профилирования позволит составить картину распределения водных масс в заливах архипелага в весенний период. В совокупности с результатами проведенных ранее исследований собранные в весенней экспедиции 2016 года данные дополняют имеющиеся данные и позволят сделать выводы о характере межсезонной и межгодовой изменчивости океанологических процессов в исследуемых районах.

В ходе описываемых исследований 2016 года отрядом ААНИИ был приобретен положительный опыт взаимодействия с норвежским Университетским центром на Шпицбергене (ЮНИС). В последние годы льда в заливах острова Западный Шпицберген становится все меньше: весной 2016 года Грэнфьорд был полностью свободен ото льда, и в районе посел-

ка Пирамида, судя по спутниковым картам, в период работы экспедиции ледяной покров был незначительной толщины. Таким образом, осуществить запланированный эксперимент по исследованию процессов энерго- и массообмена в припайном льду в районах намеченных работ 2016 года, базируясь в Баренцбурге или Пирамиде, не было возможности. В то же время в кутовой части Ван-Майен-фьорда лед был достаточной толщины, и проведение работ там с расположенной в поселке Свейя базы ЮНИС позволило выполнить план исследований в полном объеме. Есть основания надеяться, что ААНИИ и ЮНИС и в дальнейшем будут прилагать совместные усилия, направленные на развитие плодотворного научного сотрудничества на Шпицбергене.

*П.В. Богородский, И.В. Рыжов, К.В. Фильчук
(ААНИИ)*

ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮЖНОГО ОКЕАНА В ЯНВАРЕ – АПРЕЛЕ 2016 ГОДА С БОРТА НЭС «АКАДЕМИК ФЕДОРОВ»

Продолжительность 40-го рейса НЭС «Академик Федоров», проходившего в рамках 61-й РАЭ, составила 216 суток. Выход из порта Санкт-Петербург состоялся 29 октября 2015 года, а возвращение — 31 мая 2016 года. Рекордная для последнего периода продолжительность пребывания судна в антарктических водах отразилась как на повышении объема выполненных работ по обеспечению российских станций, так и в заметном увеличении объема научных работ с борта судна. Основным видом научных исследований являлись, как всегда в последние годы, глубоководные океанологические наблюдения. Океанографические работы 2016 года заметно выделяются на фоне исследований последнего периода не только в количественном, но и в качественном отношении и в принципе начинают новый этап в экспериментальных исследованиях процессов формирования донных вод в регионе моря Содружества.

Как и все последние годы, океанографические наблюдения выполнялись в соответствии с программой, разработанной в лаборатории океанологических и климатических исследований Антарктики ААНИИ в соответствии с задачами ЦНТП Росгидромета на 2016 год. Программа разработана исходя из задач темы 1.5.6.1 Плана НИОКР Росгидромета «Исследование режимно-климатических характеристик Антарктики и Южного океана». Основной задачей глубоководных океанографических наблюдений являлось исследование структуры вод на шельфе и материковом склоне в районе залива Прюдс с целью получения новых данных о процессах формирования антарктических донных вод (АДВ). Второй задачей стало получение информации о режиме вод пролива Брансфилд и южной части пролива Дрейка, что является продолжением исследований, проведенных в этом районе в период 60-й РАЭ.

Напомним, что планомерное исследование океанографического режима залива Прюдс и примыкающих регионов моря Содружества в рамках сезонных работ РАЭ было начато в 1997 году. Одной

из основных целей программы стало изучение динамических процессов на шельфе и склоне, связанных с формированием АДВ и трансформацией глубинных вод Южного океана.

В период с 1997 по 2001 год экспедиционные работы были направлены на исследование структуры вод шельфовой области на юго-западе залива, вблизи фронта шельфового ледника Эймери, а также структуры вод шельфа и материкового склона более мелководной восточной части залива Прюдс (восточнее котловины Эймери). Были установлены характеристики и особенности распространения в заливе антарктической шельфовой воды (АШВ) и ее модификации — воды шельфовых ледников (ВШЛ), являющихся важнейшими составляющими процессов перемешивания, ведущих к формированию плотных вод, опускающихся в океанские глубины в районе материкового склона.

Океанологические работы в 49–52-й РАЭ (с 2004 по 2007 год) были направлены на исследование структуры вод на шельфе и материковом склоне в канале Прюдс и к западу от него, поскольку именно здесь можно было ожидать обнаружения признаков опускания приповерхностных вод в придонном слое над материковым склоном.

В соответствии с целью натурального эксперимента и исходя из опыта предыдущих исследований, станции располагались в виде меридиональных разрезов, пересекающих шельф и материковый склон. Расстояние между разрезами

НЭС «Академик Федоров» у станции Прогресс (декабрь 2015 года).



составляло 1–2 градуса долготы, а расстояние между станциями на разрезах в верхней части склона составляло 4–7 км. В этот период были выполнены разрезы по меридианам 72, 71, 70, 68, 66, 64 и 62° в.д. Разрезы имели различную протяженность (от 24 до 237 км), при этом разрез по 70° в.д. выполнялся в каждой экспедиции, разрез по 64° в.д. — в трех, по 72° в.д. — в двух из четырех сезонов. Наиболее информативным и интересным, а также, в большинстве случаев, доступным по ледовым условиям оказался разрез по