УДК 556.042 DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2017.45(1).7

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПРОГРАММЫ ГЛОБАЛЬНЫХ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И УЧАСТИЕ В НИХ РОССИИ

О.П. Никитин[1,2]

[1]Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова Росгидромета, Россия, 119034, Москва, Кропоткинский пер, 6
[2] Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 117997, Москва, Нахимовский проспект, д. 36
e-mail: opnikitin@mail.ru

Статья поступила в редакцию 15.10.2017, одобрена к печати 25.12.2017

Рассмотрены международные программы, в рамках которых систематически выполняются глобальные контактные океанографические измерения: Глобальная дрифтерная программа (GDP) отслеживания течений в приповерхностном перемешанном слое Мирового океана, а также измерений температуры воды на поверхности и приводного атмосферного давления вдоль траекторий буев (дрифтеров), свободно дрейфующих с поверхностными океанскими течениями; программа ARGO глобальных измерений вертикальных профилей температуры и солености, а также течений на заданной глубине дрейфа с помощью сети ныряющих буев; программа GO-SHIP повторных гидрологических измерений вдоль системы океанографических разрезов, осуществляемая с помощью опускных зондов с научно-исследовательских судов; программа VOS судовых добровольных наблюдений за гидрометеорологическими параметрами и состоянием поверхности океана и приводной атмосферы; программа OceanSITES долговременных наблюдений на глобальной сети заякоренных буйковых станций за разнообразными океанографическими параметрами на поверхности океана и его глубинах и программа GLOSS наблюдений за уровнем Мирового океана на сети береговых станций. Описано участие российских организаций океанографического профиля в перечисленных программах наблюдений – наблюдений, образующих наземно-океаническую подсистему Глобальной системы наблюдений за Мировым океаном.

Ключевые слова: глобальная система наблюдений за Мировым океаном, национальные координаторы, глобальная дрифтерная программа, программа ARGO, программа GO-SHIP, программа VOS, программа OceanSITES, программа GLOSS

Введение

С начала 1990-х годов в рамках ряда крупных программ международным сообществом проводились масштабные работы по созданию глобальной инструментальной системы наблюдений за Мировым океаном (*англоязычное название системы – Global Ocean Observing System (GOOS); русскоязычный эквивалент этого названия – Глобальная система наблюдений за океаном (ГСНО). (Веб-сайт – http://www.goosocean.org*), которую планируется поддерживать и развивать на постоянной основе. С помощью ГСНО осуществляется мониторинг состояния Мирового океана и приводной атмосферы и отслеживаются изменения в глобальном масштабе. Данные ГСНО используются для расширения знаний о Мировом океане, понимания происходящих в нем процессов, диагноза текущего

и прогноза будущего состояния, а также для многих практических целей. Участие государств в ГСНО осуществляется на добровольной основе.

Основой для участия России в ГСНО являются Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 г., Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 г., Федеральная целевая программа «Мировой океан», а также задачи регулярного океанографического и гидрометеорологического обеспечения морской деятельности России (Бубынин, Горлов, Толкачев, 2013). Координация участия России в ГСНО осуществляется через Межправительственную океанографическую комиссию (МОК) ЮНЕСКО *http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/ioc-oceans)*, Всемирную метеорологическую организацию (ВМО) и Межведомственную национальную океанографическую комиссию при Министерстве образования и науки России, которая определяет общую политику участия российских организаций в ГСНО и утверждает национальных координаторов и представителей России в ГСНО.

Обновленный в 2017 г. перечень национальных координаторов и представителей России в программах и рабочих органах ГСНО приведен в табл. 1.

Национальные представители участвуют в организуемых МОК и ВМО сессиях национальных представителей (экспертов) и регулярно готовят национальные отчеты (Пример такого отчета см. по адресу: (*http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=19566*). В обязанности национального представителя входят: координация и расширение национального участия в соответствующей программе ГСНО, выявление проблем и участие в их решении, обеспечение передачи данных в международные центры данных, работа в соответствии с материалами и документами, вырабатываемыми МОК и ВМО, решениями сессий национальных экспертов, планами действий на межсессионный период.

В состав ГСНО входят глобальные сети наблюдений, использующие поверхностные дрейфующие буи, профилирующие (ныряющие) буи ARGO, научно-исследовательские суда и суда, добровольно производящие попутные гидрометеорологические наблюдения, прибрежные и глубоководные заякоренные буйковые станции, береговые станции слежения за уровнем морей и океанов. Перечисленные платформы наблюдений образуют глобальную наземно-океаническую подсистему ГСНО. Большую роль в ГСНО играют специализированные искусственные спутники Земли, с которых производятся дистанционные наблюдения за поверхностью Мирового океана с помощью альтиметров, радиометров, скаттерометров, фоторегистраторов и других технических средств. Такие наблюдения составляют космическую подсистему ГСНО. Помимо глобальных подсистем в состав ГСНО входят также 15 региональных подсистем наблюдений, функционирующих главным образом в рамках региональных альянсов ГСНО (*Regional Alliances (GRAs), http://www.goosocean.org/?option=com_content&view=article&id=22&Itemid=36*). Последние созданы для выполнения совместных океанографических наблюдений странами, имеющими общие интересы в определенных прибрежных морских районах, прилегающих к этим странам.

Таблица 1. Российские представители в программах и рабочих органах ГСНО

Программы, органы ГСНО	***Национальные представители России***
Глобальная система наблюдений за океаном (МОК/ВМО)	***Постнов Александр Александрович*** Заместитель директора Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова Росгидромета, *alexander.postnov@mail.ru*
Совместная техническая комиссия ВМО-МОК по океанографии и морской метеорологии	***Смоляницкий Василий Маркович*** Заведующий лабораторией Арктического и антарктического научно-исследовательского института Росгидромета, *vms@aari.nw.ru*
Группа по сотрудничеству в использовании буев (МОК/ВМО)	***Ашик Игорь Михайлович*** Заместитель директора Арктического и антарктического научно-исследовательского института Росгидромета, *ashik@aari.ru*
Глобальная система наблюдений за уровнем моря (МОК)	***Никитин Олег Петрович*** (национальный координатор) Заведующий лабораторией Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова Росгидромета, *opnikitin@mail.ru* ***Ашик Игорь Михайлович*** (измерения уровня в арктических морях) Заместитель директора Арктического и антарктического научно-исследовательского института Росгидромета, *ashik@aari.ru* ***Михайлов Николай Николаевич*** (международный обмен данными и информацией об уровне моря) Начальник Центра океанографических данных Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации Росгидромета, *nodc@meteo.ru*
Международная сеть буев-профилографов АРГО	***Ставров Константин Георгиевич*** Начальник Научно-исследовательского центра Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического института Минобороны России, *rsgningi@navy.ru* ***Волков Юрий Николаевич*** Директор Дальневосточного регионального научно-исследовательского гидрометеорологического института Росгидромета, *hydromet@mail.ru*
Программа добровольных наблюдений с судов (МОК/ВМО)	***Фахрутдинов Фарих Равильевич*** Научный сотрудник Государственного океанографического института им. Н.Н. Зубова Росгидромета, *adm@oceanography.ru*

Ниже будут кратко рассмотрены международные программы, в рамках которых систематически выполняются глобальные контактные измерения разнообразных гидрометеорологических характеристик (наземно-океаническая подсистема ГСНО). Такие программы курирует совместная ВМО-МОК техническая комиссия по океанографии и морской метеорологии JCOMM (*WMO-IOC Joint Technical Commission for Oceanography and Marine Meteorology (JCOMM), http://www.jcomm.info*), которая была создана в 1999 г. для координации и интеграции систем морских наблюдений, управления данными и обслуживания существующих систем наблюдений.

Глобальная дрифтерная программа

Массовые наблюдения за поверхностными течениями Мирового океана с помощью специально разработанных для этой цели свободно дрейфующих лагранжевых океанографических буев (дрифтеров), отслеживаемых со спутников, проводятся на протяжении уже почти четырех последних десятилетий. Такие стандартизированные буи имеют небольшой поверхностный поплавок с термистором и трансмиттером (для передачи данных посредством спутниковой системы связи), а также подвешенный к поплавку на тросе подводный парус-якорь в виде цилиндра высотой в несколько метров с центром на глубине 15 м (Lumpkin, Pazos, 2007). Помимо скорости и направления течения в приповерхностном слое измеряется также температура на поверхности океана, а на более чем 50% буев – и приводное атмосферное давление с помощью дополнительно устанавливаемого на поплавке барометра.

Планового уровня в ГСНО – не менее чем 1250 одновременно дрейфующих буев, более или менее равномерно распределенных по океану, – дрифтерная сеть наблюдений достигла в 2005 г. С целью поддержания этой сети ежегодно в различных частях Мирового океана выполняются запуски дрифтеров до нескольких сотен экземпляров в год. Запуски производятся в рамках интернациональной Глобальной дрифтерной программы (Global Drifter Program – GDP) (*http://www.aoml.noaa.gov/phod/dac/gdp_objectives.php*) главным образом с научно-исследовательских и добровольных судов, а также частично с самолетов. На рис. 1 в качестве примера показано расположение дрифтеров в Мировом океане 11 декабря 2017 г.

Как следует из рис. 1, в настоящее время Россия не принимает участия в GDP. В прошлом участие России в GDP ограничивалось эпизодическими запусками дрифтеров зарубежного производства, при этом российский вклад заключался в предоставлении научно-исследовательских судов как средств доставки дрифтеров к точкам запуска. Поскольку эксплуатация судов обходится очень дорого, то дрифтеры (включая передачу данных через иностранные спутниковые системы) в рамках GDP предоставлялись и впредь могут быть предоставлены бесплатно.

Время от времени в исключительную экономическую зону (ИЭЗ) и даже в территориальные воды РФ заплывают дрейфующие буи иностранного производства (Никитин, Касьянов, 2016). Согласно рис. 1, в декабре 2017 г. в Баренцевом,

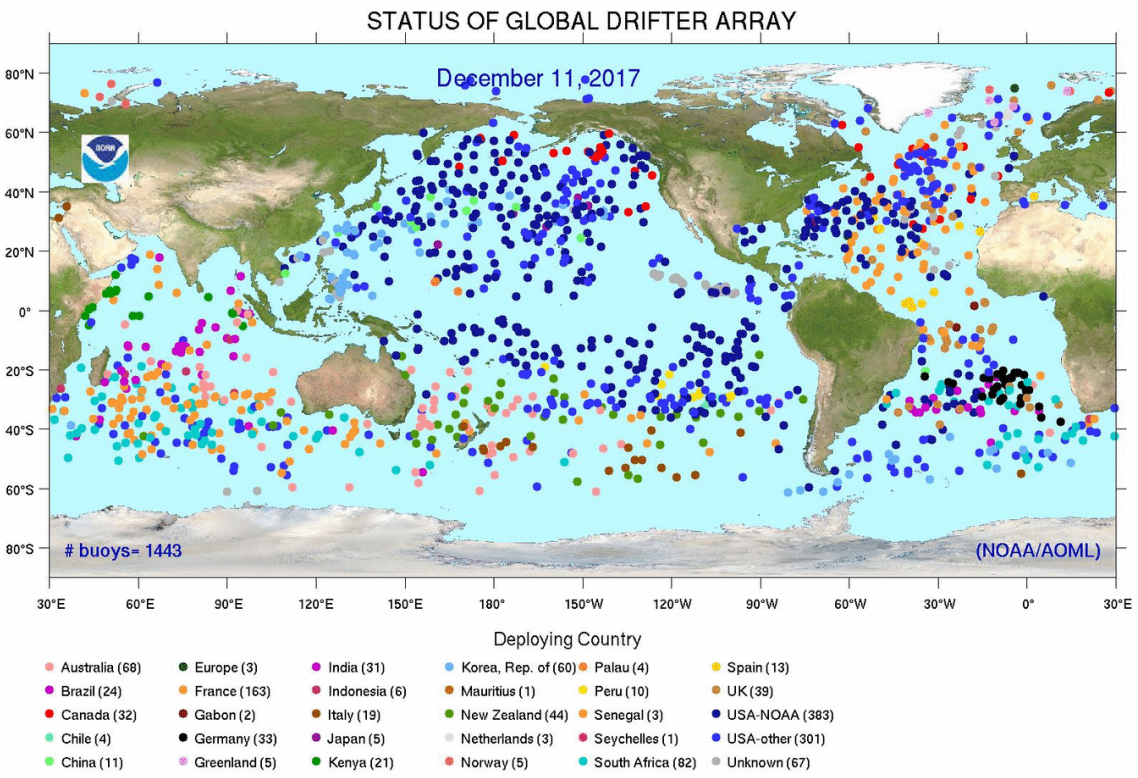

Рис. 1. Текущее положение 1443 дрифтеров GDP в Мировом океане 11 декабря 2017 г. и перечень стран, участвовавших в их запусках (*http://www.aoml.noaa.gov/phod/graphics/dacdata/globpop_countries.gif*).

Карском, Охотском и Беринговом морях вблизи российских берегов дрейфовали буи, запущенные ранее США и Европейским союзом. Зарубежные собственники таких буев не запрашивают необходимых заблаговременных разрешений от Министерства образования и науки РФ на проведение морских наблюдений в ИЭЗ РФ, мотивируя это тем, что пересечение границ ИЭЗ РФ буями, свободно дрейфующими вместе с течениями, происходит ненамеренно. При этом нередко оперативные данные дрифтерных наблюдений, выполненных в ИЭЗ РФ, не попадают в Глобальную систему телесвязи (ГСТ) ВМО и не становятся поэтому общедоступными, поскольку собственники буев не присваивают своим буям соответствующие коды ВМО (*таких кодов ВМО в декабре 2017 г. в Баренцевом море в ИЭЗ РФ не имели дрифтеры с номерами 145848 и 145888, запущенные годом ранее в Норвежском море с норвежского исследовательского судна*). Отсроченные данные многих дрифтеров, запускавшихся ранее в Черном море в ряде программ и дрейфовавших вблизи кавказского побережья России, так и не оказались впоследствии в открытом доступе в зарубежных базах данных. Эта проблема требует решения с привлечением экспертов МОК ЮНЕСКО по морскому праву.

Ситуация с дрифтерами улучшилась после возвращения Крыма в состав РФ. Севастопольская фирма «Марлин-Юг» (*в настоящее время ООО «Марлин-Юг» находится в Ростовской области РФ (http://marlin-yug.com/ru/home*) давно наладила

производство качественных дрифтеров стандарта GDP, которые закупаются рядом стран. Недостатком является тот факт, что данные с дрифтеров «Марлин-Юг» передаются только через зарубежные спутниковые системы Argos или Iridium, что в последнее время является препятствием для получения разрешения Министерства образования и науки РФ на запуск этих дрифтеров в ИЭЗ РФ. Важно наладить передачу дрифтерных данных посредством российской спутниковой системы «Гонец».

Систематические наблюдения с помощью дрифтеров в морях, примыкающих к России, не производились и поэтому в отличие от большинства акваторий Мирового океана эти моря (за исключением в некоторой степени Черного и Японского морей) слабо охвачены дрифтерными наблюдениями. В рамках ряда отечественных проектов вне GDP были выполнены эпизодические дрифтерные наблюдения. Например, с целью получения натурных данных для решения задач целевой программы «Создание системы оперативного прогнозирования распространения аварийных разливов нефти в море» в июле-августе 2013 г. с НИС «Профессор Мультановский» был произведен запуск 20-ти буев фирмы «Марлин-Юг» в Охотском море, дрейфовавших в нем по январь 2014 г. Результаты более ранних наблюдений за поверхностными течениями и дрейфом льда с помощью буев «Марлин-Юг» в Охотском море в период 2008–2011 гг. приведены в статье (Tambovsky, Bobkov, 2013). Однако данные подобных наблюдений в отличие от данных GDP, как правило, не находятся в открытом доступе.

Программа ARGO

Глобальная сеть автономных ныряющих буев ARGO (рис. 2), свободно дрейфующих с течениями и передающих данные измерений через спутники при всплытии на поверхность океана, считается ключевым компонентом ГСНО. Планового значения – не менее 3000 одновременно дрейфующих буев ARGO в Мировом океане – эта сеть достигла в 2007 г. Впоследствии плановое число увеличилось до 3800. Чтобы поддерживать такую постоянно действующую сеть ежегодно требуется запускать около 800 новых буев ARGO. Данные программы ARGO общедоступны (*http://www.argo.ucsd.edu*).

Главное назначение буев ARGO – измерение вертикальных профилей температуры и электропроводности (солености) воды при подъеме от стандартной глубины 2000 м (в открытом океане) до поверхности. Дискретность измерений каждого буя в большинстве случаев составляет 10 суток. После дрейфа в течение ~ 9 суток на так называемой глубине парковки, составляющей для открытого океана 1000 м, роботизированный буй ARGO погружается на глубину 2000 м, с которой начинает медленный подъем со скоростью ~ 10 см/с в течение ~ 6 часов и профилирование. На поверхности океана буй ARGO находится от 6 до 12 часов, в течение которых происходит передача данных на спутники, и потом происходит погружение на глубину парковки. Буй ARGO рассчитан на 150 таких циклов (~ 4 года).

С помощью буев ARGO также оцениваются характеристики течений на глубине дрейфа и на поверхности. На ряде буев ARGO дополнительно измеряются

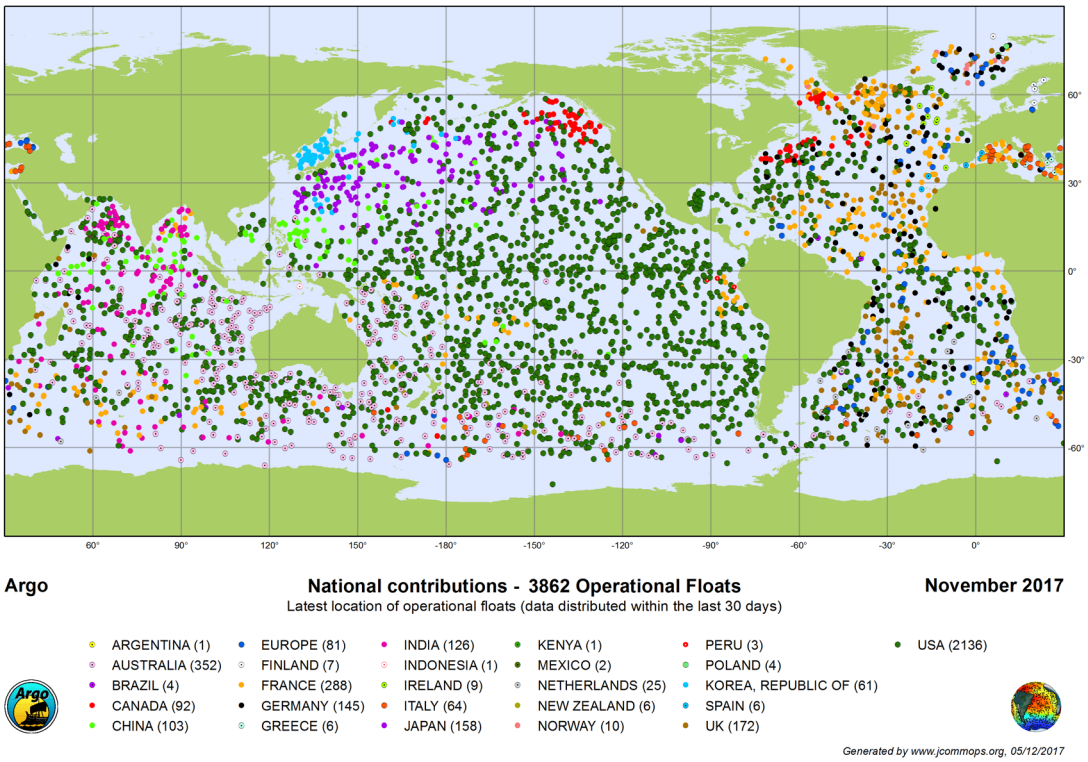

Рис. 2. Положение 3862 буев ARGO в Мировом океане в ноябре 2017 г. и перечень стран, участвовавших в их запусках (*http://argo.jcommops.org*).

вертикальные профили некоторых гидрохимических, гидрооптических и гидробиологических характеристик океана.

В некоторых регионах могут быть заданы другие параметры измерений. Например, в декабре 2017 г. в Черном море на глубине 200 м дрейфовали 10 буев ARGO, которые с дискретностью около 5 суток опускались для измерения вертикальных профилей заданных характеристик на глубину 1000 или 1500 м. Еще один буй ARGO дрейфовал на глубине 1000 м и с дискретностью 10 часов, начиная с глубины дрейфа, измерял профили температуры и солености, а также биогеохимических характеристик в верхнем километровом слое. Эти ARGO-измерения финансировались Европейским союзом.

Один из упомянутых буев ARGO на момент написания настоящих строк находился вблизи границы российских территориальных вод в районе Новороссийска. Как и в случае поверхностных дрифтеров, размещение буев ARGO во внутренних морях должно осуществляться на основе региональной кооперации и соответствующих соглашений, поскольку такие буи будут неизбежно пересекать ИЭЗ и, возможно, территориальные воды прибрежных государств, нарушая их суверенитет.

В настоящее время Россия не принимает участия в программе ARGO (рис. 2). Ранее образованный в ДВНИГМИ Росгидромета российский центр ARGO (*http://rus.ferhri.ru/argo*) давно перестал функционировать.

Проект отечественного варианта буя ARGO, позволяющий в отличие от зарубежного выполнять измерения, как при подъеме, так и при погружении буя,

разработан в Институте океанологии РАН и получен патент (Островский, Леденев, Швоев, 2017).

В силу мелководности многих морей, окружающих Россию, а также с целью гидрологических зондирований в шельфовых областях представляется важной разработка усовершенствованного буя ARGO с автоматическим ограничением глубины погружения в зависимости от показаний встроенного в буй эхолота и включения этих показаний в программу передачи данных наблюдений, а также с возможностью обратной связи с буем ARGO для изменения параметров его работы (например, глубины дрейфа). Существовавшая ранее проблема с энергообеспечением длительно работающих автономных приборов, не позволявшая использовать встроенные эхолоты, постепенно уходит по причине быстрого развития технологий создания все более энергоемких батарей.

Программа GO-SHIP

Важной подсистемой ГСНО является также программа измерений вдоль океанографических разрезов GO-SHIP (Global Ocean Ship-based Hydrographic Investigations Program) (*http://www.go-ship.org*), осуществляемая с помощью опускных гидрологических зондов с научно-исследовательских судов (НИС). При этом измеряются физические, химические и биологические параметры всей водной толщи от поверхности до дна и от берега до берега. Большую ценность имеют данные измерений температуры и солености ниже 2000 м – штатной глубины погружения профилирующих буев ARGO (подсчитано, что глубинам ниже 2000 м соответствует 52% объема Мирового океана). Для измерения профиля скорости морского течения на судах в настоящее время широко используется акустический доплеровский измеритель течения (ADCP), позволяющий также определять направление и при определенных условиях абсолютную скорость течения. Данные программы GO-SHIP доступны без ограничений.

Система разрезов была в основном сформирована в 1990-х годах в период глобального эксперимента WOCE (World Ocean Circulation Experiment). После WOCE было принято решение о выполнении повторных измерений вдоль этих разрезов примерно каждое десятилетие с целью выявления долговременных крупномасштабных изменений физических и биогеохимических параметров всей водной толщи Мирового океана и определения причин таких изменений.

Россия не принимает участия в программе GO-SHIP (рис. 3). Как уже отмечалось, эксплуатация судов обходится очень дорого, достигая 1–2 млн. руб. в сутки во время рейса. В связи с резким сокращением государственного финансирования отечественный научно-исследовательский флот, состоявший ранее из сотен НИС, в постсоветской России пришел в кризисное состояние (*https://refdb.ru/look/3720694-pall.html*). В значительной мере НИС стали использоваться в коммерческих или круизных целях. В связи с этим на ряде НИС полностью или частично было демонтировано палубное оборудование (лебедки, кран-балки и др.), лабораторные помещения были приспособлены для размещения грузов.

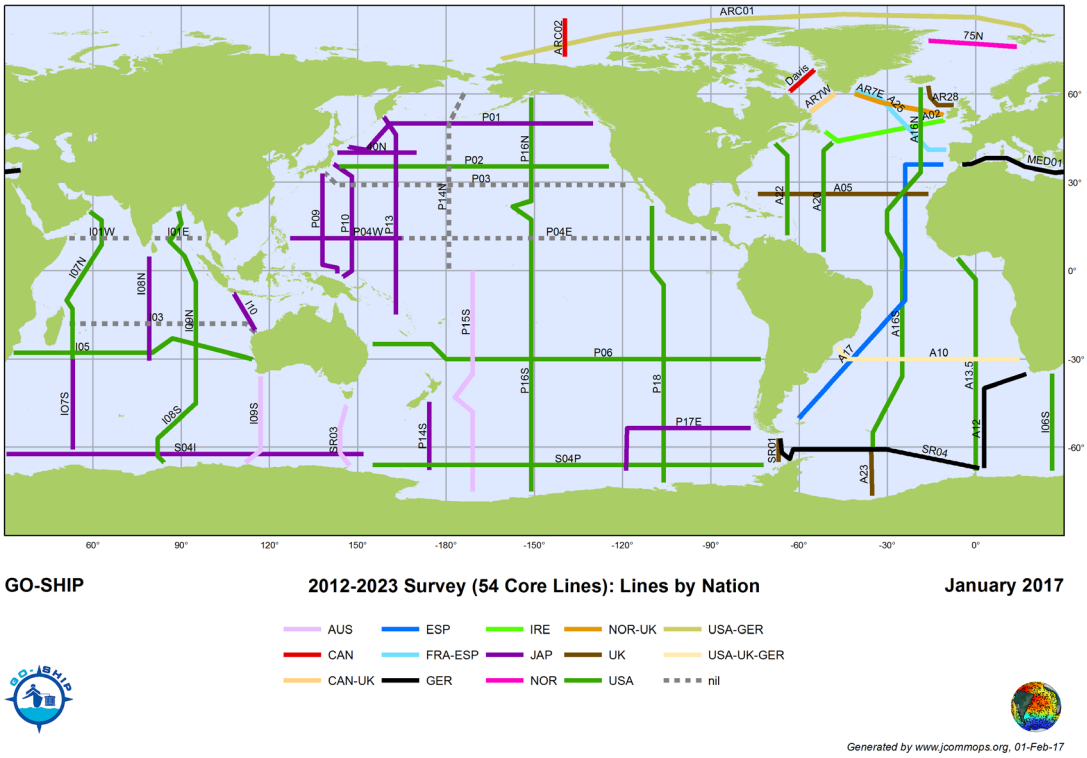

Рис. 3. Положение океанографических разрезов в Мировом океане, вдоль которых в 2012–2023 гг. должны быть выполнены гидрологические измерения по программе GO-SHIP, и перечень стран, участвующих в реализации этой программы (*http://www.go-ship.org/RefSecs/goship_ref_secs.html*).

С каждым годом усугубляется старение НИС и возрастает стоимость их ремонта, часть судов приходится выводить из эксплуатации из-за недостатка бюджетных средств. Средний возраст НИС в настоящее время превышает 30 лет. В постсоветской России было введено в строй, по-видимому, только три новых НИС: «Аквамарин» в 2007 г. (водоизмещение 267 т, «Южморгеология»), «Академик Трешников» в 2012 г. (водоизмещение 12701 т, ААНИИ Росгидромета) и «Янтарь» в 2015 г. (водоизмещение 5230 т, ВМФ России).

Все последние годы все еще многочисленные океанографические работы на НИС РАН, Росгидромета, Росрыболовства и Роснедра проводились в основном на морях, прилегающих к России, в значительной мере по заказам нефтегазовых компаний и международным контрактам. При этом судовые режимные океанографические наблюдения на морях России (вековые разрезы и регулярные стандартные съемки), финансировавшиеся ранее государством, в значительной мере оказались свернутыми. Резкое сокращение госбюджетного финансирования в 2016 г. на отраслевую науку в целом и почти на треть на экспедиционные исследования привело к тому, что прервались на год (с июня 2016 по май 2017 г.) ежемесячные гидрологические измерения на знаменитом стандартном вековом разрезе «Кольский меридиан» Баренцева моря, начатые в 1900 г. и выполнявшиеся без существенных пропусков ежемесячно или почти ежемесячно с 1945 г.

Если в советское время судовые океанографические исследования выполнялись упомянутыми выше ведомствами, а также Гидрографической службой ВМФ России во всех районах Мирового океана и по сравнению с другими странами производили впечатление своей многочисленностью, то в настоящее время дальние морские экспедиции выполняются только эпизодически и носят несистемный характер. Регулярно осуществляются рейсы НИС ААНИИ в Антарктику, где постоянно работают российские полярные станции, однако проведение попутных гидрологических работ на постоянных разрезах в открытом океане не является задачей института. По-видимому, единственным исключением являются ежегодные рейсы судов Института океанологии РАН в Атлантический океан, в период которых уже много лет до трех раз в год проводятся измерения термохалинных характеристик и скоростей океанских течений на трех постоянных океанских разрезах (в северной Атлантике и в проливе Дрейка).

Программа судовых добровольных наблюдений

Международная программа судовых добровольных наблюдений (СДН) (*англоязычное название программы СДН – Voluntary Observing Ship (VOS) program (http://sot.jcommops.org/vos)*) за параметрами и состоянием поверхности Мирового океана (температура воды, волнение, ледовые условия) и приводной атмосферы (температура, влажность, атмосферное давление, ветер, видимость, облачность, осадки) выполняется уже много десятилетий с тысяч судов (торговых, рыболовных, научно-исследовательских, паромных, круизных и др.). Всего в программе СДН участвуют 24 страны, в том числе и Россия (рис. 4). Наблюдения (визуальные и считывание показаний измерителей) проводятся по пути следования судов в фиксированные сроки (0, 6, 12 и 18 ч. ВСВ). Если судно оснащено автоматической гидрометеорологической станцией, то интервал измерений сокращается до одного или трех часов. Оперативная информация поступает в национальную службу погоды (в России – в Гидрометцентр России) и далее в метеослужбы других стран по ГСТ ВМО.

Основным хранилищем информации обо всех судах добровольных наблюдений в мире является база метаданных, созданная силами французского метеорологического агентства (*http://www.jcommops.org/sot/vos_esurfmar/vosmetadata_v6*). База хранит разнообразную текущую и архивную информацию о СДН: характеристики судов, приборов, наблюдений, отчеты портовых метеорологов, которые работают с командным составом судов во время их захода в порт. Контролировать регулярность и качество судовых наблюдений, передаваемых в ГСТ, можно через специальные on-line интернет-ресурсы, доступные национальным кураторам и портовым метеорологам.

По состоянию на конец третьего квартала 2017 г. в программе СДН от России участвовали 111 судов (*критерий активности судна в программе СДН – минимум два наблюдения хотя бы в одном месяце в году*). С каждым годом число российских (впрочем, как и зарубежных) судов, передающих наблюдения (многие

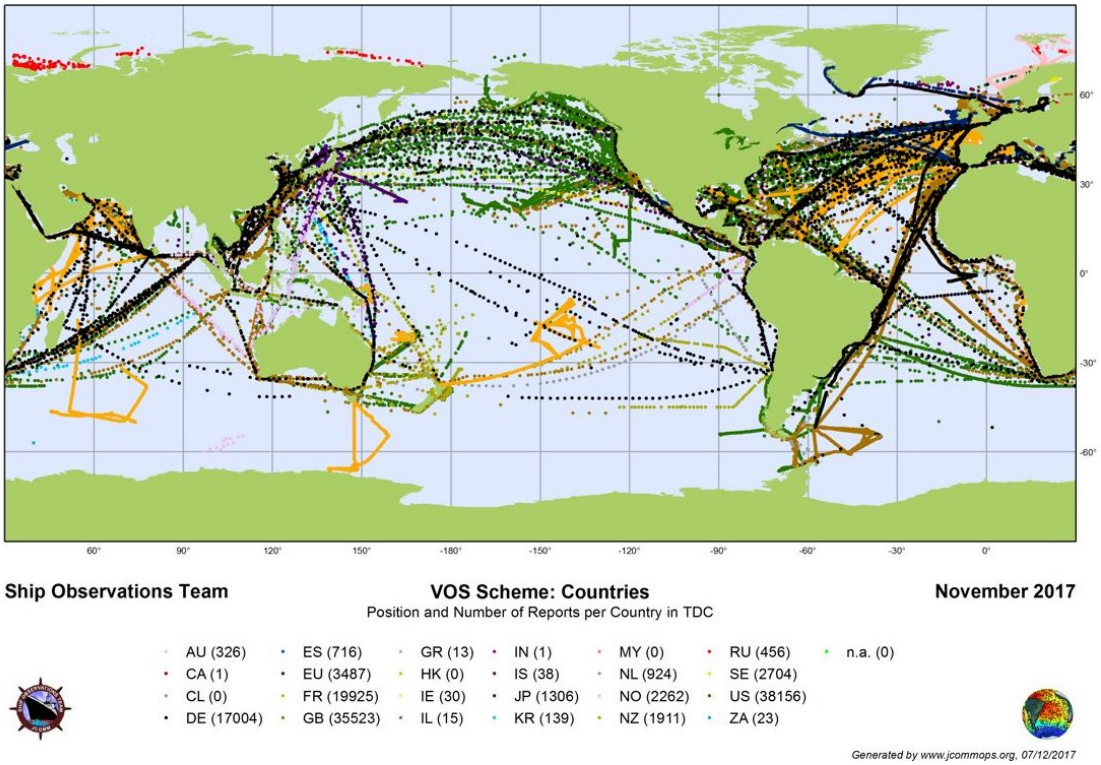

Рис. 4. Положение точек гидрометеорологических наблюдений, выполненных добровольно с судов по пути их следования в ноябре 2017 г., и число сводок, переданных судами каждой из стран, участвующих в СДН (*http://www.jcommops.org/sot*).

из которых принадлежат частным компаниям), сокращается (точнее, число судов, перестающих передавать наблюдения, превышает число судов, рекрутируемых в программу СДН). Наибольшее число судов, задействованных в программе СДН от России, относится к Минтрансу России и Росрыболовству. Участвовали также суда Росгидромета, Минприроды России, МЧС России, Росатома и РАН. К сожалению, НИС ИО РАН, в отличие, например, от НИС ДВО РАН в данной программе участия не принимали. Для участия в программе СДН достаточно установить контакт с портовым метеорологом, который предоставит методические материалы, проверит приборы и зафиксирует их характеристики, а также зафиксирует параметры судна (позывной сигнал и др.).

В российской сети СДН нет судов класса VOSclim (*http://sot.jcommops.org/vos/vosclim.html*). Это суда с высоким качеством наблюдений, данные которых используются для климатических обобщений. Для них применяется процедура сертификация уровня качества и количества приборов и количества наблюдений по срокам и составу. Эти наблюдения проверяются автоматическими программами проверки в метеослужбах Франции, Великобритании и США. Только эти наблюдения попадают в специальные базы по климатологии и квалифицируются как данные заданной точности.

Программа СДН – составляющая более общей программы судовых наблюдений под названием Ship Observation Team (SOT). Другая составляющая SOT – это

программа наблюдений за распределением температуры по глубине в верхнем слое океана вдоль судоходных трасс – Ship of Opportunity Programme (SOOP). Наблюдения по программе SOOP проводятся рядом стран с 1980 г. преимущественно с паромов и контейнеровозов с помощью обрывных батитермозондов XBT. С российских судов такие наблюдения не выполняются. В прошлом массово XBT-зондирования верхнего слоя океана производились с отечественных судов во времена советско-американского эксперимента ПОЛИМОДЕ (Никитин, 1984; Nikitin, Vinogradova, 1986).

Программа OceanSites

OceanSITES (*http://www.oceansites.org*) – это глобальная международная система стационарных заякоренных буйковых станций (с поверхностной или притопленной плавучестью), на которых производятся долговременные (многолетние) наблюдения за разнообразными параметрами океанской среды по всей ее толще, а также за волнением, уровнем моря и параметрами приводной атмосферы. На большинстве станций измеряются основные физические переменные: температура воды, электропроводность, давление и скорость. На некоторых станциях установлены гидрооптические, гидрохимические и гидробиологические датчики. OceanSites является частью ГСНО и данные наблюдений общедоступны – как оперативные, так и отсроченные посредством центров данных в США и во Франции.

Наблюдения выполняются с высокой частотой в специально выбранных (критических, репрезентативных или реперных) фиксированных точках Мирового океана. Согласно рис. 5, большое значение придается мониторингу состояния экваториально-тропической зоны Мирового океана, где совокупность меридионально-ориентированных кластеров заякоренных буйковых станций установлена поперек системы основных средних течений. Данные наблюдений на этих кластерах позволяют заблаговременно давать прогноз времени возникновения явлений Эль-Ниньо или Ла-Ниньа. Зонально ориентированный кластер буйковых станций в проливе Фрама служит для мониторинга водообмена между Атлантическим и Северным Ледовитым океанами. Полученные на станциях долговременные ряды наблюдений служат для выявления сезонной и межгодовой изменчивости параметров водной толщи, оценки трендов и для тестирования моделей.

Россия не принимает участие в программе OceanSites, хотя до 1990-х годов постановки автономных заякоренных буйковых станций на длительный срок для измерения течений и температуры на различных глубинах составляли один из основных методов отечественных океанологических исследований. Они массово применялись в период таких крупных экспериментов в океане как «Полигон-70», «ПОЛИМОДЕ», «Мезополигон», «Мегаполигон», «Абиссаль» (Корт, Самойленко, 1974; Каменкович, Кошляков, Монин, 1987; Корт, 1988; Иванов, 1992; Никитин, 1995).

В последние годы в морях, прилегающих к России, выполнялись постановки буйковых станций на длительный срок, однако как сами носители (заякоренные буйковые станции), так и устанавливаемые на них измерители были исключительно зарубежного производства.

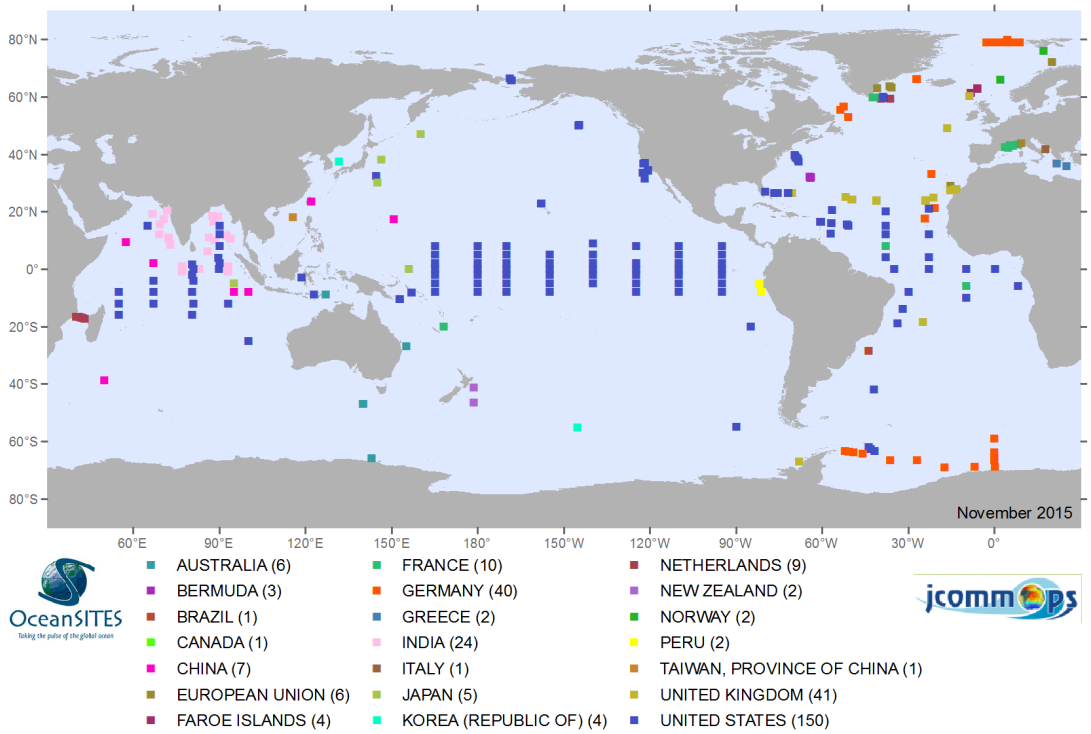

Рис. 5. Положение долговременных заякоренных буйковых станций в Мировом океане в системе OceanSites в 2015–2017 гг. и перечень стран, участвовавших в их постановках (*http://www.oceansites.org/index.html*).

В 2009–2010 гг. Росгидрометом были произведены закупки за рубежом 19-ти комплектов морских автономных заякоренных станций в вариантах поверхностной гидрометеорологической (9 экз.), притопленной и донной гидрологической станций (по 5 экз.) для производства долговременных измерений в основном в прибрежной зоне морей, прилегающих к России, а также в устьевой области Северной Двины, на Онежском и Ладожском озерах. Приобретение этих станций не подкреплялось выделением средств на их установку в море, их дальнейшее техническое обеспечение и ремонт. Для специалистов региональных управлений Росгидромета, куда были распределены станции, не была в должной мере организована учеба с практическими занятиями собственно по установке станций, подсоединению измерителей и проверки их на герметичность. Поэтому в настоящее время часть станций повреждена и восстановлению не подлежит, часть необходимо ремонтировать, часть законсервирована и только малая часть станций периодически устанавливается и эксплуатируется.

В 2010 г. ДВНИГМИ Росгидромета закупил и поставил буй ДАРТ с регистратором придонного давления американского производства в Курильском районе Тихого океана, который проработал в составе системы раннего предупреждения о цунами до июля 2014 г. В 2015 г. ДВНИГМИ поставил 2 буя ДАРТ, которые в настоящее время не работают. Информация о буях ДАРТ и местоположение этих буев отражались на сайтах JCOMM (*http://www.jcommops.org/dbcp/network/maps.html*),

ДВНИГМИ, а данные наблюдений были доступны на сайте Российской службы предупреждения о цунами.

Притопленные заякоренные буйковые станции (ПБС) ставятся на длительный срок в арктическом регионе во время экспедиций ААНИИ Росгидромета. Например, летом 2015 г. в ходе российско-американской экспедиции АВЛАП/NABOS-2015 на НИС «Академик Трешников» было поднято 8 из 9 ПБС, установленных в 2013 г. (одна станция не была обнаружена), и вновь выставлено 13 ПБС. На ПБС были установлены измерители течений ADCP и RCM, термохалинные профилографы MMP, гидрологические зонды SBE37 (в том числе с датчиком кислорода), измерители нитратов, измерители параметров дрейфа льда ULS, измерители придонного давления SBE 26. Однако полная метаинформация о всех таких постановках в разные годы на сайте ААНИИ отсутствует.

В системе OceanSites нередко заякоренные буйковые станции ставят парами. При этом на одной станции происходят традиционные измерения параметров водной толщи на фиксированных горизонтах. А на соседней станции работает автоматический зонд-профилограф, перемещающийся вверх-вниз вдоль вертикально натянутого несущего троса в пределах выбранного диапазона глубин и записывающий информацию о вертикальном распределении заданных параметров среды. В итоге получаются временные ряды тонкоструктурных профилей гидрофизических или биогеохимических параметров среды в зависимости от измерителей, устанавливаемых на зонд. Подобный автоматический зонд-профилограф Аквалог был создан в Институте океанологии РАН (Островский и др., 2013). Он предназначен для автономной работы до одного года и в последние годы успешно использовался для измерений в ряде морей.

Программа GLOSS

Международная программа «Глобальная система наблюдений за уровнем Мирового океана» (GLOSS: Global Level Of the Sea Surface) была принята МОК ЮНЕСКО в 1985 г. для координации наблюдений за уровнем Мирового океана с помощью национальных сетей уровнемеров, повышения стандарта наблюдений и сбора качественных данных для научных исследований. Наблюдения за уровнем морей и океанов дают информацию о широком спектре изменения уровня, начиная от приливов до межгодовых вариаций и глобального повышения уровня Мирового океана, включая экстремальные явления, связанные с цунами, штормовыми нагонами и другими факторами, приводящими к краткосрочным затоплениям прибрежных районов.

В рамках программы GLOSS была определена базовая сеть уровнемеров для долгосрочного (постоянного) слежения за уровнем Мирового океана, представленная на веб-сайте программы GLOSS (*http://www.gloss-sealevel.org*) и на рис. 6. Веб-сайт давно не обновлялся, но запланировано его обновление. Распределение 289 пунктов наблюдений за уровнем Мирового океана на рис. 6 соответствует ситуации 2010 г. Данные наблюдений с этих и многих других пунктов доступны на сайте Постоянной службы среднего уровня моря (*http://www.psmsl.org/data*).

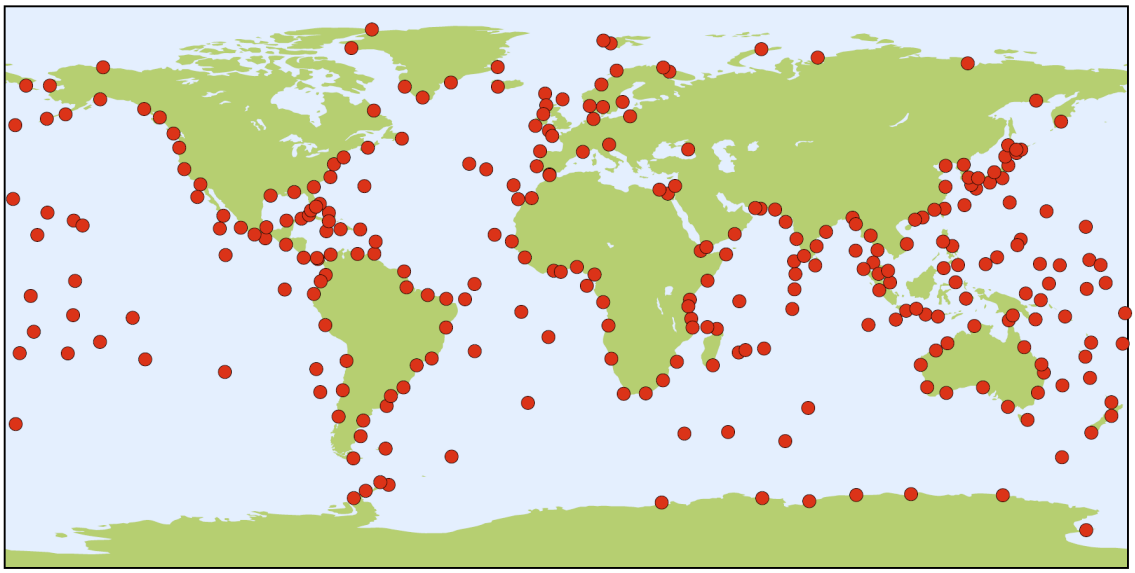

Рис. 6. Базовая сеть уровнемеров ГЛОСС (*http://www.gloss-sealevel.org*).

В 1990 г. был принят первый план реализации программы GLOSS, в котором были определены технические стандарты для уровнемерных станций, обязательства государств-членов, участвующих в GLOSS, и перечень примерно из 300 уровнемеров, развернутых по всему миру и входящих в базовую сеть GLOSS. Госкомгидромет СССР взял на себя обязательства о ежегодной передаче в международные центры сбора (в Англию и США) среднемесячных уровенных данных с 13 станций. Однако фактически данные стали поступать только с 6 станций, а с 1993 г. по причине поломки оборудования в Южно-Курильске – с 5 станций, располагающихся в Баренцбурге, Мурманске, Нагаево, Туапсе и Петропавловске-Камчатском.

В 1997 г. был принят обновленный план реализации GLOSS, в который Росгидромет заявил 18 станций, расширив предыдущий список на 5 станций: ГМС Диксон, Тикси, Находка, Провидения и Кронштадт. В 2005 и 2007 гг. были представлены перспективные планы расширения сети российских станций GLOSS до 21 станции, в которых ряд станций из представленных ранее, но переставших работать, был заменен на новые. Однако все предлагавшиеся в разное время Росгидрометом планы не были реализованы. В результате уже третий десяток лет ЦОД ВНИИГМИ-МЦД Росгидромета ежегодно передает за рубеж среднемесячные уровенные данные все с тех же перечисленных выше 5 станций, заявленных еще во времена СССР, хотя согласно официальному перечню станций GLOSS, закрепленных в настоящее время за РФ (*http://www.gloss-sealevel.org/network_status/glosscorenetwork10.html#.WjvH5rpuJOQ*), данные должны поставляться с 12 станций.

В 2012 г. был официально принят новый, третий по счету план реализации GLOSS. В этом плане был сформулирован и закреплен новый технический стандарт для станций GLOSS. В соответствии с этим документом было рекомендовано впредь передавать со всех станций GLOSS в центры сбора данных (в Великобританию и США) не только среднемесячные, но и оперативные или квазиоперативные данные по уровню моря. Второе нововведение – все станции GLOSS должны быть

оснащены стационарными GPS (или ГЛОНАСС, GALILEO, Бэйдоу) приемниками в целях выявления и исключения влияния вертикальных подвижек земной поверхности в пунктах измерений, причем данные измерений приемниками должны передаваться в зарубежные центры сбора данных.

В силу низкого финансирования Росгидромета со стороны государства средства на модернизацию российской морской сети наблюдений, включая российский сегмент GLOSS, не выделяются, сеть деградирует. Хотя при наличии средств ситуация была бы быстро исправлена. После наводнения 2012 г. в Крымске Краснодарского края, вызванного проливными дождями, во время которого погибло более 170 человек и тысячи пострадали, были выделены бюджетные средства. В результате на территории Краснодарского края в 2012-2013 гг. была создана автоматизированная система мониторинга паводковой ситуации с визуализацией в Интернете, насчитывающая 190 автономных автоматических уровнемерных станций (*http://emercit.ru/map*), оснащенных также стационарными ГЛОНАСС/GPS приемниками. Для сравнения вся российская государственная морская уровнемерная сеть, расположенная на побережье 13 морей, окружающих Россию, и на российском побережье Тихого океана, состоит из 110 станций. При этом для измерения уровня моря на государственных морских станциях используются главным образом не автоматические уровнемеры, а уровнемерные рейки и сваи для визуальных наблюдений за уровнем воды.

В статье (Никитин, Ааруп, 2016) дается изложение участия России в программе GLOSS, подробное описание российского сегмента GLOSS и информация о центрах архивирования данных. Подчеркивается важность поддержания и развития национальной сети наблюдений за уровнем морей (включая наблюдения за вертикальными перемещениями берегов), без которой невозможен мониторинг и прогноз изменений уровня морей, окружающих Россию.

Заключение

Из-за экономических проблем в последние десятилетия Россия оказалась не в состоянии на должном уровне участвовать в программах ГСНО. Государственная федеральная целевая программа «Мировой океан» на 2016-2031 годы и, в частности, ее подпрограмма «Единая система информации об обстановке в Мировом океане» (ЕСИМО) в настоящее время не финансируется. Для остановки деградации и устойчивого выхода России на современный уровень океанографических исследований требуются серьезные финансовые вливания в океанографическую науку, в модернизацию существующих и создание новых технических средств выполнения океанографических наблюдений. В некоторых организациях России созданы образцы передовой океанской техники, которые позиционируются как «уникальные». Беда в том, что они работают в единичных экземплярах и до их сертификации и серийного, не кустарного производства существует огромная дистанция.

Целесообразно наладить гидрофизический мониторинг морей, прилегающих к России, с помощью автономных автоматических наблюдательных платформ – как

свободно плавающих (поверхностные дрифтеры и буи типа ARGO), так и заякоренных (буи с регистраторами течений, температуры и других параметров на различных глубинах, а также волновые буи и буи с видеокамерами на морской поверхности), с которых данные наблюдений в режиме реального времени поступали бы в центры сбора и обработки данных. Вдоль российских побережий морей следует разместить (как это уже сделано в США, Норвегии, Испании и др. странах) высокочастотные радары для определения поля скорости поверхностных течений вблизи берегов в полосе до 200 км и параметров морских волн.

При текущей недостаточности финансирования представляется важной концентрация усилий на создании и поддержке национальных информационно-справочных систем о состоянии Мирового океана на основе доступных данных, получаемых с помощью ГСНО и интеграции этих систем в ЕСИМО, а также на обработке и анализе этих данных, развитии численных гидротермодинамических моделей с усвоением данных ГСНО (например, Лебедев, 2016; Лебедев, Саркисян, Никитин, 2016; Никитин, Касьянов, 2018; Никитин, Касьянов, Музыка, 2005; Саркисян, Никитин, Лебедев, 2016; Nikitin, 2012), что требует относительно малого финансирования со стороны государства.

Математическая обработка разнообразных данных ГСНО, их анализ, интерпретация и публикация научных результатов за счет государственных средств также является вкладом России в международное сотрудничество, вкладом не менее важным, чем выполнение самих наблюдений в рамках ГСНО.

Литература

Бубынин М.Д., Горлов В.А., Толкачев А.Я. Анализ существующих международных систем наблюдений в Мировом океане и перспектив их развития на основе применения современных технических средств наблюдений // Инноватика и экспертиза. 2013. Вып. 2(11). С. 116–127.

Иванов Ю.А. (отв. ред.). Эксперимент Мегаполигон: гидрофизические исследования в северо-западной части Тихого океана // Сб. статей. М.: Наука, 1992. 414 с.

Каменкович В.М., Кошляков М.Н., Монин А.С. Синоптические вихри в океане. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 512 с.

Корт В.Г. (отв. ред.). Гидрофизические исследования по программе Мезополигон // Сб. статей. М.: Наука, 1988. 263 с.

Корт В.Г., Самойленко В.С. (отв. ред.). Атлантический гидрофизический полигон-70. Метеорологические и гидрофизические исследования // Сб. статей. М.: Наука, 1974. 317 с.

Лебедев К.В. Арго-модель исследования глобального океана (АМИГО) // Океанология. 2016. Т. 56. № 2. С. 186–196.

Лебедев К.В., Саркисян А.С., Никитин О.П. Сравнительный анализ поверхностной циркуляции Северной Атлантики, воспроизведенной тремя различными методами // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2016. Т. 52. № 4. С. 465–474.

Никитин О.П. Данные ХВТ ПОЛИМОДЕ // Известия ПОЛИМОДЕ. М.: ИО АН СССР, 1984. Вып. 9. С. 3-11.

Никитин О.П. Исследования ГОИН по проекту «Абиссаль» // Исследование океанов и

морей. Вып.2 / Под ред. Ф.С. Терзиева. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат, 1995. С. 90-95.

Никитин О.П., Касьянов С.Ю., Музыка Г.В. Компьютерная информационно-справочная система «Поверхностные течения Мирового океана» // Труды ГОИН. 2005. Вып. 209. С. 75-89.

Никитин О.П., Касьянов С.Ю. О дрифтерных наблюдениях за течениями и температурой в Баренцевом и Карском морях // Труды ГОИН. 2016. Вып. 217. С. 171–183.

Никитин О.П., Касьянов С.Ю. О новых картах поверхностных течений Мирового океана // Доклады Академии наук. 2018. Т. 478. № 3. С. 352–355.

Никитин О.П., Аарун Т. Участие России в международной программе глобальных наблюдений за уровнем Мирового океана (GLOSS) // Записки по гидрографии. 2016. Вып. 299. С. 61–74. URL: *http://hydro-so.spb.ru/?menu=1228*.

Островский А.Г., Зацепин А.Г., Соловьев В.А., Цибульский А.Л., Швоев Д.А. Автономный мобильный аппаратно-программный комплекс вертикального зондирования морской среды на заякоренной буйковой станции // Океанология. 2013. Т. 53. № 2. С. 259–268.

Островский А.Г., Леденев В.В., Швоев Д.А. Автономный дрейфующий,профилирующий океанологический буй // Пат. РФ № 2609849. Заявл. 27.11.2015. Опубл. 06.02.2017. Бюл. № 4.

Саркисян А.С., Никитин О.П., Лебедев К.В. Физические характеристики Гольфстрима, как индикатор качества моделирования циркуляции Мирового океана // Доклады Академии наук. 2016. Т. 471. № 5. С.595-598.

Lumpkin R., Pazos M. Measuring surface currents with Surface Velocity Program drifters: the instrument, its data and some recent results // Lagrangian analysis and prediction of coastal and ocean dynamics / Ed. Griffa A. et al. Cambridge Univ. Press. Cambridge, 2007. Chap. 2. P. 39–67.

Nikitin O.P., Vinogradova K.G. Maps of hydrophysical characteristics: Temperature from XBT-observations // The POLYMODE Atlas. Woods Hole Oceanographic Institution.Massachusetts. USA, 1986. P. 223–251.

Nikitin O.P. Storage, processing and visualization data system of drifter observations of surface currents in the World Ocean // Russ. J. Earth. Sci. 2012. Vol. 12. No. 5. ES5002. doi:10.2205/2012ES000521. 7 p.

Tambovsky V., Bobkov A. Research of dynamics of ice and surface waters of the sea of Okhotsk by floating drift buoys equipped with Argos terminal // Pacific Oceanography Journal. 2013. Vol. 6. No. 1. P. 72–81.

INTERNATIONAL PROGRAMS OF GLOBAL OCEANOGRAPHIC OBSERVATIONS AND RUSSIA'S PARTICIPATION IN THEM

O.P. Nikitin[1,2]

[1]N.N. Zubov's State Oceanographic Institute of Roshydromet
Kropotkinsky per. 6, 119034, Moscow, e-mail: opnikitin@mail.ru
[2] Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences,
36, Nakhimovskiy prospect, Moscow, 117997, Russia
Submitted 15.10.2017, accepted 25.12.2017

The international programs have been considered within which global oceanographic in-situ measurements are systematically carried out: the Global Drifter Program of tracking of currents in the upper ocean mixed layer as well as measurements of water temperature and atmospheric pressure at the ocean surface along the trajectories of buoys (drifters) which

are freely drift with surface ocean currents; the ARGO program of global measurements of vertical profiles of temperature and salinity as well as currents at the given depth of drift by means of network of the diving buoys; the GO-SHIP program of repeated hydrographic measurements along the system of oceanographic sections which is carried out by means of drop probes from the research vessels; the VOS program of ship-based voluntary observations for hydrometeorological parameters and the state of the ocean surface and the overlying atmosphere; the OceanSITES program of long-term observations of various oceanographic parameters at the surface of the ocean and its depths on a global network of moorings and the GLOSS program of monitoring of the global ocean level on the network of coastal stations. The participation of Russian organizations of an oceanographic profile in the listed programs of observations has been described – the observations which form the surface-oceanic subsystem of the Global Ocean Observing System.

Keywords: the Global Ocean Observing System, the Global drifter program, the ARGO program, the GO-SHIP program, the VOS program, the OceanSITES program, the GLOSS program, national coordinators

References

Bubynin M.D., Gorlov V.A., Tolkachev A.Ya., Analiz sushchestvuyushchikh mezhdunarodnykh sistem nablyudenii v Mirovom okeane i perspektiv ikh razvitiya na osnove primeneniya sovremennykh tekhnicheskikh sredstv nablyudenii (Analysis of the existing international observation systems of the World ocean and perspectives of their development on the basis of application of modern technological means of observation**),** *Innovatika i ekspertiza*, 2013, No. 2(11), pp. 116–127.

Ivanov Yu.A. (ed.), Eksperiment Megapoligon: gidrofizicheskie issledovaniya v severozapadnoi chasti Tikhogo okeana (Megapoligon experiment: hydrophysical investigations in the north-west part of the Pacific ocean), Moscow: Nauka, 1992, 414 p.

Kamenkovich V.M., Koshlyakov M.N., Monin A.S., Sinopticheskie vikhri v okeane (Synoptic eddies in the ocean), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1987, 512 p.

Kort V.G. (ed.), Gidrofizicheskie issledovaniya po programme Mezopoligon (Hydrophysical investigations under Mezopoligon program), Moscow: Nauka, 1988, 263 p.

Kort V.G., Samoilenko V.S. (ed's), Atlanticheskii gidrofizicheskii poligon-70 (Atlantic hydrophysical poligon-70), Moscow: Nauka, 1974, 317 p.

Lebedev K.V., An argo-based model for investigation of the Global Ocean (AMIGO), *Oceanology,* 2016, Vol. 56, No. 2, pp. 172–181.

Lebedev K.V., Sarkisyan A.S., Nikitin O.P., Comparative analysis of the North Atlantic surface circulation reproduced by three different methods, *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*, 2016, Vol. 52, No. 4, pp. 410–417.

Lumpkin R., Pazos M., Measuring surface currents with Surface Velocity Program drifters: the instrument, its data and some recent results, Lagrangian analysis and prediction of coastal and ocean dynamics / Ed. Griffa A. et al., Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007, Chap. 2, pp. 39–67.

Nikitin O.P., Storage, processing and visualization data system of drifter observations of surface currents in the World Ocean, Russ. *J. Earth. Sci*., 2012, Vol. 12, No. 5, ES5002, doi:10.2205/2012ES000521, 7 p.

Nikitin O.P., Aarup T., Uchastie Rossii v mezhdunarodnoi programme global'nykh nablyudenii za urovnem Mirovogo okeana (GLOSS) (Participation of Russia in the international program

of global ocean level observations (GLOSS)), *Zapiski po gidrografii*, 2016, No. 299, pp. 61–74. Available at: *http://hydro-so.spb.ru/?menu=1228*.

Nikitin O.P., Dannye KhVT POLIMODE (POLYMODE XBT data), Izvestiya POLIMODE, Moscow: IO AN SSSR, 1984, No. 9, pp. 3–11.

Nikitin O.P., Issledovaniya GOIN po proektu "Abissal" (Investigation of SOI under "Abyssal" project), In: Issledovanie okeanov i morei (Investigations of oceans and seas), No. 2 / Terziev F.S. (Ed), Saint-Petersburg: Gidrometeoizdat, 1995, pp. 90–95.

Nikitin O.P., Kas'yanov S.Yu., Muzyka G.V., Komp'yuternaya informatsionno-spravochnaya sistema "Poverkhnostnye techeniya Mirovogo okeana" (Computer informational system "Surface currents of the World ocean"), *Trudy GOIN*, 2005, No. 209, pp. 75–89.

Nikitin O.P., Kas'yanov S.Yu., O drifternykh nablyudeniyakh za techeniyami i temperaturoi v Barentsevom i Karskom moryakh (About drifter observations of currents and temperature in the Barents and Kara Seas), *Trudy GOIN*, 2016, No.217, pp. 171–183.

Nikitin O.P., Kas'yanov S.Yu., O novykh kartakh poverkhnostnykh techenii Mirovogo okeana (About new maps of surface currents of the World Ocean), *Doklady Akademii nauk*, 2018, Vol. 478, No. 3, pp. 352–355.

Nikitin O.P., Vinogradova K.G., Maps of hydrophysical characteristics: Temperature from XBT-observations, The POLYMODE Atlas, Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts, USA, 1986, pp. 223–251.

Ostrovskii A.G., Ledenev V.V., Shvoev D.A., Avtonomnyi dreifuyushchii, profiliruyushchii okeanologicheskii bui (Autonomous drifting profiling oceanographic buoy), Pat. RF No. 2609849, Zayavl. 27.11.2015, Opubl. 06.02.2017, Bul. No. 4.

Ostrovskii A.G., Zatsepin A.G., Soloviev V.A., Tsibulsky A.L., Shvoev D.A., Autonomous system for vertical profiling of the marine environment at a moored station, *Oceanology*, 2013, Vol. 53, No. 2, pp. 233–242.

Sarkisyan A.S., Nikitin O.P., Lebedev K.V., Physical characteristics of the Gulf Stream as an indicator of the quality of large-scale circulation modeling, *Doklady Earth Sciences*, 2016, Vol. 471, No. 2, pp. 1288–1291.

Tambovsky V., Bobkov A., Research of dynamics of ice and surface waters of the sea of Okhotsk by floating drift buoys equipped with Argos terminal, *Pacific Oceanography Journal,* 2013, Vol. 6, No. 1, pp. 72–81.