

ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЯХ (ПРИБРЕЖНЫЕ И ГЛУБОКОВОДНЫЕ АКВАТОРИИ) – СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕАЛИЗАЦИИ

Р. Б. Шакиров¹, П. А. Файман¹, Е. И. Стасюк², В. А. Лучин¹, Е. А. Петрова¹,
П. А. Салюк¹, Д. В. Степанов¹, И. С. Солонец¹

¹ Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН,
Россия, 690041, Владивосток, ул. Балтийская, д. 43,
e-mail: petrova@poi.dvo.ru;

² Дальневосточный региональный научно-исследовательский
гидрометеорологический институт,
Россия, 690091, Владивосток, ул. Фонтанная, д. 24,
e-mail: stasuk@ferhri.ru

Представлена оценка современного состояния и проблем в системе океанологических наблюдений на прибрежных и глубоководных акваториях дальневосточных морей (Японское, Охотское, Берингово), а также предложения по ее необходимому совершенствованию и обоснование возможных путей по реализации. Отмечается, что в настоящее время различными мореведческими организациями РФ, в основном, выполняются эпизодические и фрагментарные океанологические исследования. При условии необходимого финансирования, предлагаются следующие меры по совершенствованию океанологических наблюдений на акваториях дальневосточных морей (не исключая выполняемых в настоящее время наблюдений организациями различных ведомств): возобновить наблюдения на рейдовых станциях и «вековых» разрезах, на шельфе и склоне морей реализовать систему автономных буйковых наблюдений, в основных проливах дальневосточных морей организовать постановку долговременных буйковых станций с одновременной регистрацией на них течений и STD-наблюдений.

Ключевые слова: дальневосточные моря, океанологические наблюдения, буйковые станции, рейдовые наблюдения, «вековые» разрезы, измерители течений, температура и соленость морской воды, уровень моря

Введение

Роль океана в обеспечении экономического развития мирового сообщества возрастает, увеличивается степень эксплуатации его ресурсов и уровень антропогенного воздействия. Дальневосточные моря обладают огромными биологическими, минерально-сырьевыми, энергетическими, водными и другими ресурсами, которые используются многими отраслями экономики. Согласно социально-экономическому профилю ДВФО, определяющие виды экономической деятельности – это добыча полезных ископаемых, оказание транспортно-логистических услуг,

сфера государственного управления и обеспечения военной безопасности. Важными также являются рыбодобывающая отрасль, гидроэнергетика, здравоохранение (рекреация), коммунальное и промышленное строительство на побережье. Следует отметить, что Дальний Восток занимает лидирующие позиции по объемам вылова водных биологических ресурсов (ВБР). За 2019–2023 гг. в Дальневосточном бассейне добыто 18.6 млн т ВБР или 74 % общероссийского вылова (Социально-экономический..., 2024). Многим из них для рационального планирования своего развития и его эффективного осуществления требуется всесторонний учет гидрометеорологических и гидрохимических факторов, в первую очередь таких, как колебания уровня моря, ветер и волны, ледовые условия, течения, химическая агрессивность морских вод, солевой состав, биогенные вещества и другие. Интенсивное освоение акваторий предъявляет повышенные требования к организации мониторинга состояния морской среды и разработке рекомендаций по безопасной эксплуатации акваторий. Дальнейшее развитие морской деятельности вызывает острую необходимость в разработке принципиально новых, более совершенных путей и форм гидрометеорологического обеспечения на море, т. к. традиционные формы уже не могут удовлетворить растущие запросы (Гидрометеорология..., 1998; Нелезин, Манько, 1999).

В последние десятилетия идет активное развитие Дальневосточного региона, где, помимо традиционных отраслей (добыча полезных ископаемых, транспортно-логистические услуги, торговля, госуправление и безопасность, строительство, операции с недвижимостью, сельское и лесное хозяйство, охота, рыболовство, обрабатывающие производства и т. д.), начинают активно развиваться транспортные коридоры, связывающие Дальний Восток с Европой и Азией, а также строительство нефтепортов и сооружений для перегрузки сжиженного газа, развитие нефтедобывающего комплекса в целом, разработка и эксплуатация нефтегазовых месторождений (Постановление..., 2014, 2019; Распоряжение..., 2020; Указ Президента РФ, 2022, 2024а, 2024б; Социально-экономический..., 2024).

Эффективное развитие морских отраслей экономики региона требует знания и учета природно-климатических условий дальневосточных морей. Гидрометеорологические угрозы и риски становятся одним из сдерживающих факторов расширения работ по добыче и транспортировке природных ресурсов континентального шельфа, для безопасной и экономически эффективной работы морского транспорта, морских добывающих платформ и отгрузочных терминалов, портовой инфраструктуры, а также для решения задач охраны водной и воздушной среды (РД 52.10.842-2017).

Целью настоящей работы является оценка современного состояния и проблем в системе океанологических наблюдений на прибрежных и глубоководных акваториях дальневосточных морей (Японское, Охотское, Берингово), а также предложения по ее необходимому совершенствованию и обоснование возможных путей по реализации.

Состояние и проблемы океанологических наблюдений на акваториях дальневосточных морей

Мировой опыт свидетельствует, что для рационального использования биологических, минерально-сырьевых, энергетических, водных и других ресурсов, а также планирования и эффективного осуществления хозяйственной деятельности, многим отраслям экономики требуется всесторонний и непрерывный мониторинг морских гидрометеорологических и гидрохимических характеристик акваторий. Постоянно действующие сети гидрометеорологических станций и океанологических разрезов в открытых частях моря создаются для отслеживания текущего состояния и прогноза метеорологических и океанографических характеристик.

Для получения более качественной и полной информации о природе процессов, протекающих в Мировом океане, осуществляются крупные международные проекты. Но, как правило, все они рассчитаны максимум на 10–15 лет. Масштабы же временной изменчивости многих процессов в океане выходят за рамки этих сроков. Поэтому на повестке дня стоит вопрос о создании автоматической измерительной системы для проведения систематических долгосрочных наблюдений в глобальном масштабе (Руководство..., 2016).

ГСНО – глобальная, унифицированная, международная система для систематических наблюдений, сбора и распространения океанографических данных, проведения анализа, подготовки прогнозов и других материалов в целях обеспечения правительств, отраслей экономики, науки и общественности информацией, необходимой для морской деятельности. Она имеет непосредственное значение для защиты прибрежной зоны, для обслуживания портов, рыболовства и марикультуры, судоходства, морской промышленности и отдыха. Стратегическая разработка и начальное функционирование ГСНО идет по пути реализации двух скоординированных модулей: одного (глобального океанического) – для климата и морских служб, другого – для прибрежных районов (например, Региональный проект ГСНО для северо-восточной Азии – NEAR-GOOS) (Бубынин и др., 2013).

Эксперимент по циркуляции мирового океана (WOCE) был частью Всемирной программы изучения климата, исследовательской программы Всемирной метеорологической организации (ВМО). Имелось три основных мотива для создания WOCE. Первый из них – недостаточное покрытие Мирового океана, особенно в Южном полушарии. А также была и до сих пор есть критическая потребность в данных, охватывающих все сезоны, ведь обычно данные зимних месяцев более скудные, чем летних. Во-вторых, существовавшие данные изначально не собирались для изучения циркуляции океана и не очень подходили для сравнения моделей. Наконец, имелись опасения, связанные с точностью и надежностью некоторых измерений. WOCE был призван решить эти проблемы путем предоставления новых данных, собранных способами, разработанными для «удовлетворения потребностей моделей глобальной циркуляции для прогнозирования климата». Основные цели программы WOCE – установление роли океанов в климате Земли

и получение базового набора данных, по которому можно было бы оценить будущие изменения. Чтобы обеспечить основу для интерпретации наблюдений и прогнозирования будущего состояния океана, были разработаны сложные численные модели океана. Около 30 стран приняли участие в программе, используя суда для проведения физических и химических наблюдений, а также заякоренные и дрейфующие приборы. Полевая фаза проекта продолжалась с 1990 по 1998 гг., за ней последовали мероприятия по анализу, интерпретации, моделированию и синтезу. Эта фаза AIMS проекта WOCE официально продолжалась до конца 2002 г. (Chapman, 1998; The World..., 2002). В итоге проект WOCE собрал обширные данные как о поверхностных, так и о глубинных течениях океана, выявив сложные связи между океаническими и погодными условиями (например, явление Эль-Ниньо). Результаты WOCE имеют важное значение для прогнозирования изменения климата и его влияния на деятельность человека, особенно для понимания того, как изменения температуры океана могут привести к резким изменениям погоды во всем мире (например, температура океана играет важную роль при формировании тропических циклонов и других мощных штормовых явлений). WOCE представлял собой важный шаг в улучшении понимания океанических процессов и их роли в климатической системе Земли (Chapman, 1998; Secrest, 2024).

По завершении WOCE активно реализуются другие крупномасштабные проекты, связанные с океаном и климатом. Среди них: CLIVAR – глобальное исследование изменчивости и предсказуемости климата Земли, GODAE – Глобальный эксперимент по ассимиляции океанических данных и проект ARGO (является частью обеих программ). Проект ARGO – это международная программа, которая собирает океанографическую информацию с помощью буев-измерителей, которые дрейфуют вместе с океанскими течениями и перемещаются вверх и вниз от поверхности до глубин 800–2000 м с временными интервалами 7–10 суток. Также развивается программа глубоководных буев ARGO, которые способны проводить измерения до 4000 м и 6000 м (Zilberman et al., 2023). Развертывание проекта ARGO началось в 2000 г. В настоящее время проект ARGO собирает около 13 000 профилей данных ежемесячно, срок службы приборов 4–5 лет. Как правило, приборы регистрируют температуру и соленость воды, а также определяют характеристики глубинных (на горизонте дрейфа) и поверхностных (за период нахождения на поверхности) течений (<https://argo.ucsd.edu>; Roemmich et al., 1999). Некоторые буи измеряют также и биогеохимические характеристики (пилотная программа BGC Argo). Проект ARGO позволяет получать оперативные данные для прогноза состояния океана, начальные и граничные условия для наладки и работы моделей состояния океана и «океан–атмосфера», качественные климатические трехмерные схемы состояния Мирового океана и параметры их временной изменчивости, временные ряды параметров теплового состояния океана и параметров морской воды, характеристики состояния промежуточной и глубинной водных масс, характеристики течений в 2000-метровом слое океана, данные для объяснения глобальных феноменов в атмосфере и океане (Эль-Ниньо), информацию, необходимую для

определения абсолютного уровня Мирового океана. Кроме того, биогеохимические данные, поступающие из пилотной программы BGC Argo, помогают ученым исследовать ресурсы океана, углеродный цикл, закисление и цветность океана. На настоящее время в рамках проекта задействовано 4149 буев (<https://argo.ucsd.edu>), положение которых представлено на рисунке 1. При этом обращает на себя внимание малое количество измерений буев ARGO в Японском, Охотском и Беринговом морях.

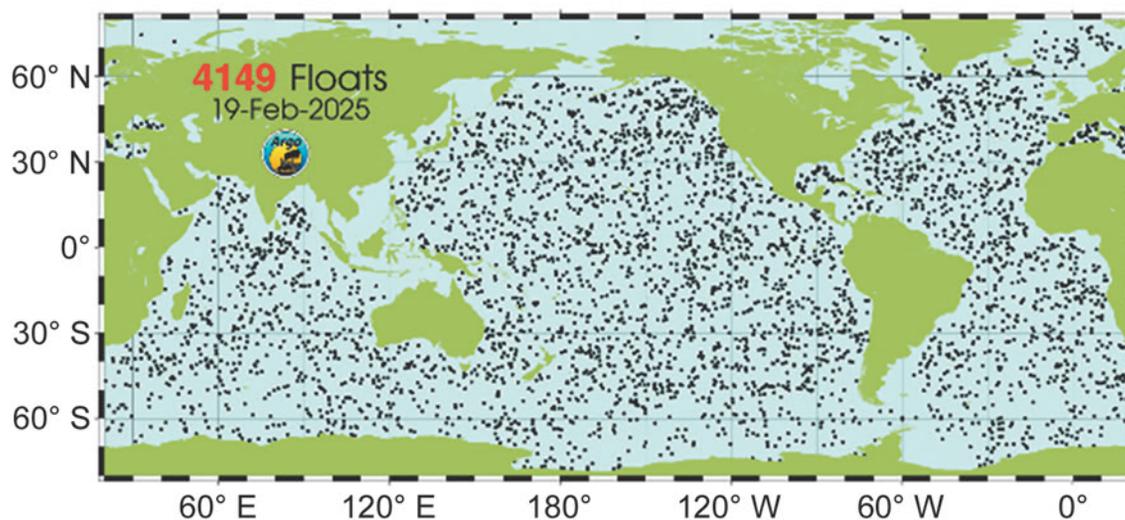


Рис. 1 – Карта, отображающая количество буев проекта ARGO на 19 февраля 2025 г.

Помимо глобальных унифицированных международных систем для систематических наблюдений, сбора и распространения океанографических данных, имеются также региональные национальные проекты океанографических наблюдений. Так, в регионе дальневосточных морей (Японское, Охотское, Берингово) есть довольно значительные (по масштабам охвата и продолжительности) системы морских наблюдений Японии, Южной Кореи, КНДР и России. Далее представим краткую характеристику каждой из них.

Система океанографических наблюдений Южной Кореи (прибрежные и глубоководные акватории морей). Национальный институт рыбного хозяйства (National Institute of Fisheries Science (NIFS)) осуществляет регулярные океанографические наблюдения в прибрежных водах Южной Кореи. Полученные данные передаются в Корейский центр океанографических данных (Korea Oceanographic Data Center (KODC)). Схема распределения станций сети наблюдений представлена на рисунке 2 (https://www.nifs.go.kr/kodc/eng/soo_summary.kodc). Океанографические наблюдения проводятся регулярно с 1961 г. по настоящее время. Станции, расположенные к северу от параллели 33° с. ш., выполняются 6 раз в год, к югу – 4 раза в год.

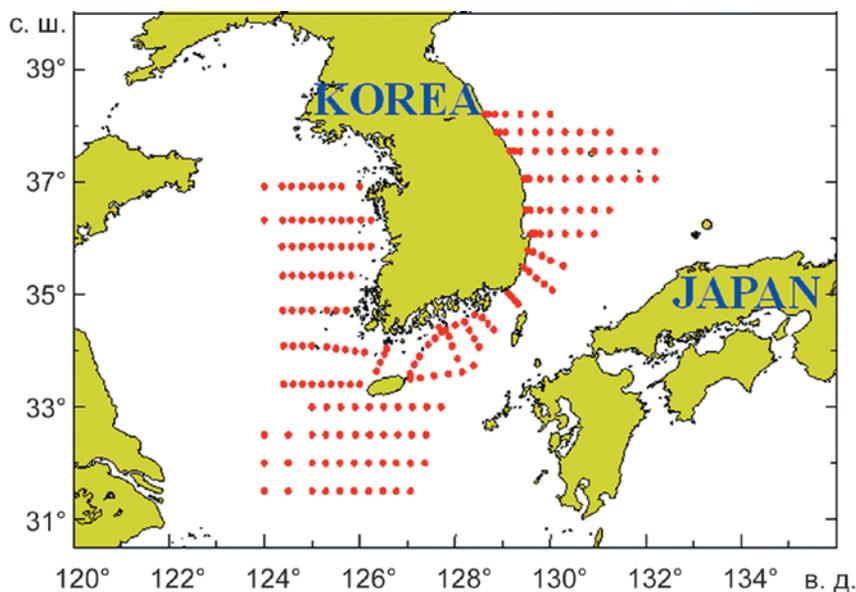


Рис. 2 – Серийные океанографические наблюдения NIFS

Существует также и национальная система *океанологических наблюдений КНДР* в Японском море. На 1988 г. она имела 20-летний ряд (в фиксированных точках и регулярно повторяющихся) океанологических наблюдений в исключительной экономической зоне КНДР. Эта система состояла из 80 глубоководных океанологических станций и выполнялась ежемесячно. Вероятно, что эта программа продолжается и до настоящего времени, но достоверных сведений о ней нет.

Океанографические наблюдения Японии (прибрежные и глубоководные акватории Японского моря и Тихого океана). Океанографические наблюдения в прибрежной зоне Японии выполняются ежемесячно на густой сети станций (рисунок 3). Вся полученная от различных организаций Японии информация (правительственные учреждения, университеты, научно-исследовательские институты и рыболовные организации) поступает в Японский центр океанографических данных (JODC). JODC выполняет сбор, исключает дублирование и обеспечивает качество океанографических данных, а затем предоставляет их различным пользователям (<https://www.jodc.go.jp/jodcweb/JDOSS/infoScalar.html>).

К настоящему времени в Российской Федерации (РФ) не существует единой межведомственной системы океанологических наблюдений, начиная от прибрежных акваторий и заканчивая глубоководными районами океанов и морей (даже в исключительной экономической зоне РФ). Это относится к комплексу, включающему систему производства наблюдений на регулярной основе и в фиксированной системе координат, первичную обработку полученной информации (например, контроль ее качества и приведение к единым форматам получаемой информации), а также доведения получаемых океанологических данных до заинтересованных потребителей (как первичных, так и обобщенных – с различными пространственными и временными масштабами, например, как на сайте NCEI NOAA: <https://www.ncei.noaa.gov/access/world-ocean-database-select/dbsearch.html>). Это, в основном, в настоящее время связано

с ведомственными барьерами и с переходом к рыночным отношениям даже в рамках взаимодействия между государственными бюджетными учреждениями. Вследствие чего, очень большая часть океанологической информации стала недоступной даже для научных исследований.

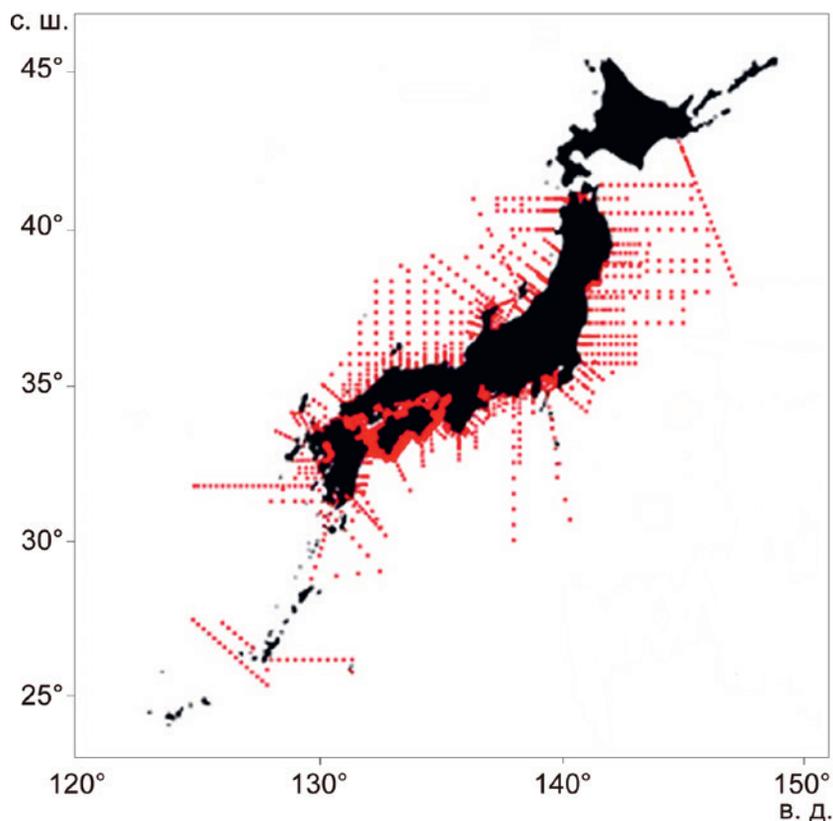


Рис. 3 – Наблюдательные океанологические станции вокруг Японии

Традиционно, если брать всю производимую в РФ океанологическую информацию, то она складывается из двух основных блоков.

Первый блок – это стандартная система наблюдений Росгидромета, которая необходима для получения наиболее полных рядов наблюдений за всем многообразием явлений, протекающих в данной точке Мирового океана или в каком-то его районе, а также для исследования многолетней изменчивости океанологических характеристик. Эти наблюдения ведутся непрерывно или систематически повторяются через определенные (по возможности более короткие) промежутки времени в течение ряда лет и включают в себя следующие элементы (Остроухов, Шамраев, 1981; Коровин, Четверкин, 1988; Руководство..., 2016; РД 52.10.842-2017; РД 52.10.895-2020; РД 52.10.918-2022):

1. Стационарные наблюдения на береговых и островных гидрометеорологических станциях (ГМС) и постах (ГМП), а также на автономных автоматических телеметрических гидрометеорологических станциях. Прибрежные (береговые) наблюдения проводятся для изучения гидрометеорологического режима прибрежной зоны моря и оперативного обеспечения службы прогнозов и различных организаций,

а также предназначены для прослеживания многолетней изменчивости элементов режима.

Существующая в настоящее время морская береговая сеть дальневосточного бассейна складывалась в различные годы под определенные задачи. В конце XIX в. был разработан и одобрен всеми ведомствами России общий план развития гидрометслужбы Сибири и Дальнего Востока (Мошениченко, 1970). Своего пика сеть прибрежных станций достигла в 60-е годы прошлого столетия, после чего началось ее медленное сокращение. В период с 1936 по 2024 гг. дальневосточная морская береговая сеть насчитывала в совокупности более 250 морских станций и постов, из которых к 2024 г. осталось лишь 57.

Основные проблемы наблюдений на ГМС в настоящее время: низкая плотность наблюдательной сети и недостаточный объем наблюдений по измеряемым параметрам (таблица 1).

Табл. 1 – Количественный состав видов наблюдений на морской береговой сети ДВ региона

Уровень моря – на 17 станциях из 58	Температура воды – на 47 станциях из 58
Берингово море – 2 Охотское море – 9 Японское море – 6 (из них 3 автоматизированных поста)	Берингово море – 9 (из них 1 автоматизированный пост) Охотское море – 28 Японское – 10 (из них 4 автоматизированных поста)
Соленость воды – на 29 станциях из 58	Визуальные наблюдения за льдом – на 57 станциях из 58
Берингово море – 9 Охотское море – 15 Японское море – 5	Берингово море – 11 Охотское море – 35 Японское море – 11

Также проблемой является устаревшее оборудование и отсутствие наблюдений на рейдовых станциях. Большинство морских прибрежных станций расположено в локальных по своим размерам бухтах или заливах, а также в зонах влияния рек, вблизи поселений или портовых комплексов. Поэтому они, в основном, отражают антропогенное или экологическое состояние локальных прибрежных акваторий.

2. Наблюдения на *рейдовых станциях*, как следует из работ (Остроухов, Шамраев, 1981; Коровин, Чверткин, 1988; Руководство..., 2016), должны выполняться регулярно в фиксированных точках с определенной дискретностью и заданным перечнем параметров. Рейдовые наблюдения выполняются прибрежными ГМС I и II разрядов с малотоннажных судов, стоящих на якоре (а зимой со льда), для изучения гидрометеорологического режима и его изменчивости в прибрежной части моря в районе расположения ГМС. Место нахождения рейдовой станции должно наиболее полно характеризовать гидрологический режим всей прилегающей акватории. Результаты наблюдений на рейдовой станции служат связующим звеном между результатами береговых наблюдений и наблюдений, выполненных в открытом море.

В настоящее время на акваториях дальневосточных морей практически отсутствуют наблюдения на рейдовых станциях. Отметим также, что, согласно РД 52.10.842-2017 и РД 52.10.895-2020, выполнение рейдовых наблюдений обязательно только для гидрометеорологических станций I разряда. Однако на дальневосточной морской береговой сети только одна станция имеет первый разряд (МГ-1 Петропавловск-Камчатский), но рейдовые наблюдения на ней не проводятся.

3. Наблюдения на океанографических разрезах, которые представляют собой последовательный ряд океанографических станций, расположенных по определенному направлению и выполняющихся в кратчайшее время. Различают *стандартный разрез* (станции которого закреплены на много лет постоянными географическими координатами) и *«вековой» разрез* (стандартный океанографический разрез, выполняемый регулярно, через определенные интервалы времени (каждый год один раз в сезон или месяц), в течение многих десятилетий). Задачей таких стационарных исследований является изучение всего комплекса процессов, протекающих в водной толще, а также исследование многолетних изменений элементов гидрологического и гидрохимического режимов отдельных морей и больших акваторий океанов (Руководство..., 2016; РД 52.10.918-2022). К середине 90-х годов прошлого столетия произошли серьезные изменения в планировании и проведении океанографических исследований дальневосточных морей.

В последние десятилетия (по сравнению с 50–90-ми годами прошлого столетия) дальневосточные организации Росгидромета, как правило, прекратили проводить регулярные океанологические съемки морей, а основной упор делается на проведение тематических исследований. Только ФГБУ «ДВНИГМИ» выполняет ежегодные (2–3 раза в год) океанографические наблюдения локальных акваторий дальневосточных морей в рамках плана работ Росгидромета и дополнительно по заказам ряда организаций нефтегазовой промышленности и ряда экологических проектов. В качестве примера на рисунке 4 системой точек обозначена характерная типовая съемка залива Петра Великого (ЗПВ), которая выполняется на регулярной основе с 2001 г. весной и осенью. Помимо этого 3–4 раза в год совместно с ФГБУ «Приморское УГМС» выполняются наблюдения гидрохимической и экологической направленности (см. треугольники на рисунке 4) на сети станций Государственной службы наблюдений и контроля загрязнения объектов природной среды (станции ГСНК).

4. Наблюдения на автономных буйковых станциях (АБС). Пик этого вида наблюдений в дальневосточных морях приходится на 50–80-е годы 20-го столетия. В этот период проводились масштабные по географическому охвату, но короткопериодные (от одних до 7–8 суток) исследования течений (приливных и неперидических) в важных в навигационном отношении районах (подходы к портам, проливы, рыбопромысловые акватории) дальневосточных морей. В настоящее время (в основном, из-за отсутствия финансирования) этот вид наблюдений производится только в рамках международных проектов или по заявкам заинтересованных организаций.

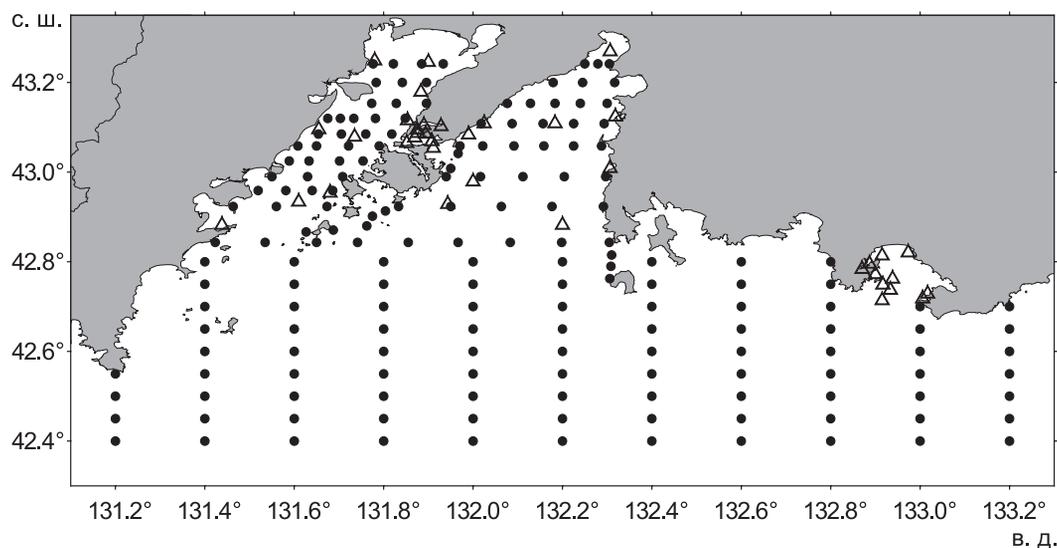


Рис. 4 – Пространственное распределение станций типовой съемки ЗПВ (точки) и станций на сети ГСНК (треугольники)

Второй большой блок регулярной океанологической информации (помимо организаций Росгидромета) на акватории дальневосточных морей производят организации рыбного хозяйства, Российской академии наук (РАН), Гидрографической службы тихоокеанского флота (ГС ТОФ).

Организации рыбного хозяйства – это филиалы Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО): Магадан НИРО, СахНИРО, КамчатНИРО и ТИНРО. Самые масштабные (по межгодовой продолжительности, географическому охвату акваторий и регулярности) океанографические съемки на сети стандартных разрезов в дальневосточных морях принадлежат ТИНРО. Эта организация ежегодно выполняет одну океанологическую съемку, включающую экономическую зону РФ в Беринговом море, а также шельф и глубоководную часть тихоокеанской акватории восточнее Камчатки. Работы ТИНРО в Японском море ограничиваются прибрежными районами Приморья и заливом Петра Великого. Наиболее полные (по охвату акватории) океанологические наблюдения ТИНРО выполняет в Охотском море. Здесь на сети стандартных разрезов до настоящего времени сохранен многолетний ряд наблюдений. Для примера на рисунке 5 приведено пространственное распределение океанологических станций, выполненных по различным программам ТИНРО в 2018 г. Отметим, что пространственное покрытие и периоды работ на океанологических станциях меняются год от года (в зависимости от ледовой обстановки и графика выхода судов в море). Так, «минтаевая» съемка (в отличие от рисунка 5) в отдельные годы может охватывать весь залив Шелихова, а также крайнюю северо-западную часть Охотского моря. «Лососевая» съемка в отдельные годы заполняет всю центральную и южную части Охотского моря с выходом в проливы Курильской гряды.

ГС ТОФ наиболее значительные океанологические исследования выполняла до 80–90-х годов 20-го столетия. Океанологические съемки на акваториях дальневосточных морей производились не только в интересах ТОФ, но также и по

межведомственным проектам. Большой вклад ГС ТОФ внесла в исследование течений. Однако, при большом объеме имеющихся данных по инструментальным измерениям течений, следует отметить, что их крайне недостаточно (даже в первом приближении) для представления картины циркуляции каждого из дальневосточных морей (не говоря уже о сезонной и межгодовой изменчивости течений). Наблюдения и обобщения данных о течениях, в основном, представлены только для локальных периферийных участков моря. Они, как правило, выполнялись только на акваториях, где необходимо обеспечение безопасности мореплавания (рыбопромысловые районы, проливы, проходы между островами, прибрежные районы и подходы к портам).

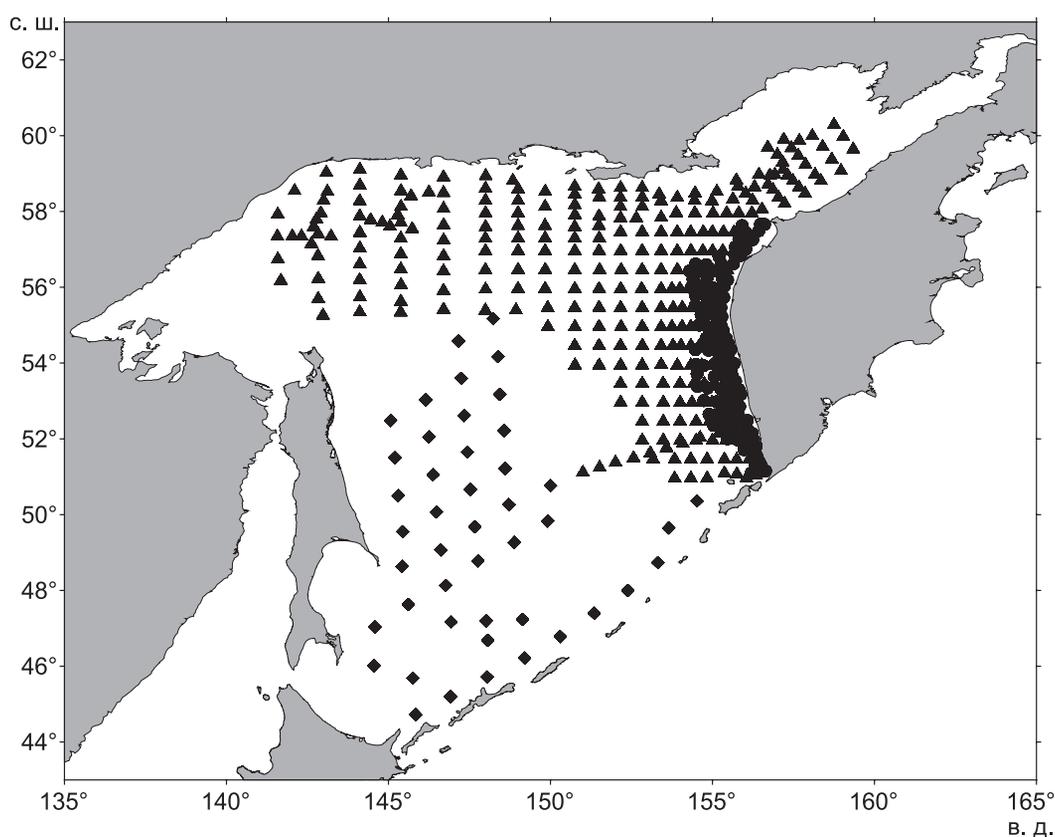


Рис. 5 – Пространственное распределение океанологических станций, выполненных ТИНРО в 2018 г. (треугольники – «минтаевая» съемка (конец марта – начало июня), ромбы – «лососевая» съемка (октябрь–декабрь), точки – «крабовая» съемка (май–июнь))

В настоящее время масштабные океанологические наблюдения в дальневосточных морях ГС ТОФ не проводятся. Это относится и к инструментальным наблюдениям течений на АБС. Выполняемые сейчас океанологические наблюдения ГС, в основном, ограничиваются потребностями ТОФ.

В дальневосточных морях значительный вклад при проведении океанологических наблюдений вносят организации Дальневосточного отделения Российской академии наук (ДВО РАН). Из них Тихоокеанскому океанологическому институту (ТОИ ДВО РАН) принадлежат лидирующие позиции в исследовании природы и ресурсов ДВ морей, понимании их роли в глобальных климатических изменениях,

формировании аномальных погодных явлений. В ТОИ ДВО РАН сформирована система, которая включает полевые океанологические наблюдения, их усвоение, а также хранение в единых форматах.

В настоящее время ТОИ ДВО РАН проводит комплексные океанологические исследования, как правило, в пределах окраинных морей (включая заливы, бухты, приустьевые районы), а также нерегулярные наблюдения в глубоководных районах, в том числе в Тихом и Северном Ледовитом океанах. На рисунке 6 представлено положение океанологических станций, выполненных в рамках комплексных геолого-геофизических и океанографических экспедиций, в том числе по исследованию газогидратов в Японском и Охотском морях. Всего за 1998–2024 гг. (в июне и с августа по декабрь) выполнено более 400 станций (от поверхности моря до придонных горизонтов).

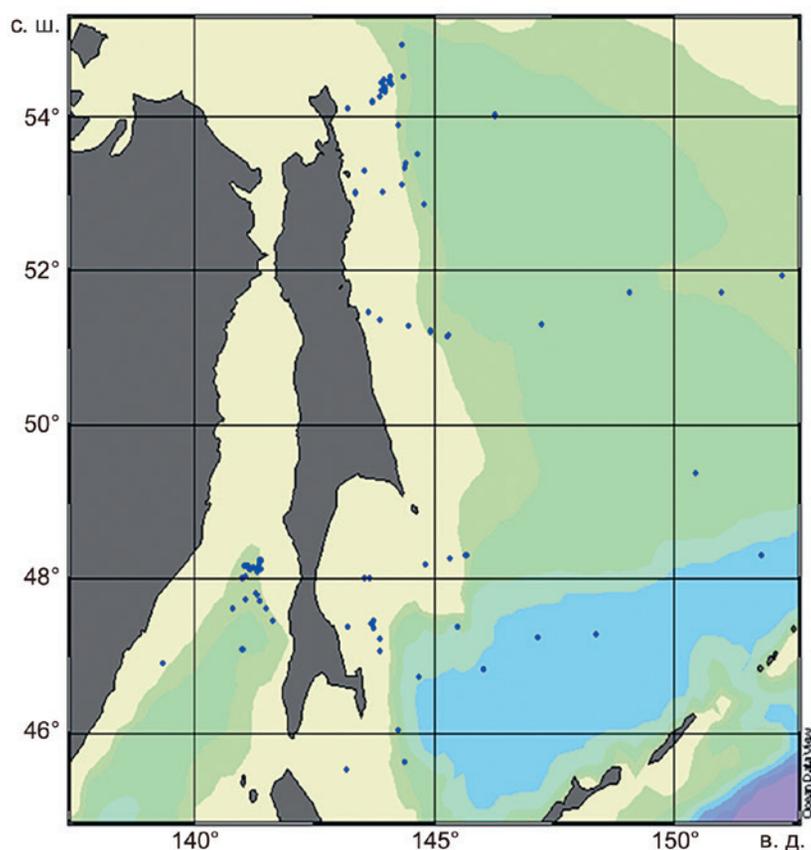


Рис. 6 – Пространственное распределение океанологических станций, выполненных по изучению газогидратов в Японском (Татарский пролив) и Охотском морях

Только на шельфе и в присклоновых районах северо-западной части Японского моря проводятся сравнительно регулярные наблюдения (летом и зимой) для исследования вертикального обмена и динамических процессов. Как правило, в настоящее время ТОИ ДВО РАН большой объем океанологических наблюдений проводит в рамках хозяйственных исследований для российских и зарубежных организаций и компаний, а также осуществляет совместные научные проекты с коллегами из других стран (КНР, Южная Корея, Япония и др.).

Предложения по совершенствованию океанологических наблюдений в дальневосточных морях и обоснование возможных путей по их реализации

Главная задача предлагаемых изменений в системе прибрежных и морских наблюдений на акваториях дальневосточных морей – это получение наиболее полной, достоверной и оперативной информации о режимных особенностях и фактическом состоянии морской среды.

В настоящей работе не отрицается и не обосновывается замена сложившемуся к настоящему времени комплексу океанологических наблюдений, выполняемых всеми ведомствами РФ на дальневосточных морях. Главное предложение данного исследования – это дополнительные (к имеющимся сейчас) виды океанологических наблюдений, которые необходимы в интересах научных, прогностических, хозяйственных и других заинтересованных организаций.

Предлагаемые изменения в системе океанографических наблюдений состоят из следующих составных блоков (следуя регулярному и многолетнему стандартному комплексу океанологических наблюдений в океанах и морях (Руководство..., 2016): прибрежные наблюдения на гидрометеорологических станциях (ГМС) и постах, рейдовые наблюдения, наблюдения на «вековых» разрезах, шельфовые наблюдения на заякоренных станциях (информация с которых может быть получена как в режиме реального времени, так и по завершению их работы), а также автономные буйковые наблюдения в основных проливах дальневосточных морей. Далее рассмотрим более подробно каждый из представленных блоков наблюдений.

Прибрежные наблюдения на гидрометеорологических станциях (ГМС) и постах. Для развития морской прибрежной наблюдательной сети необходимо, во-первых, увеличение числа гидрометеорологических станций и постов. Как следует из рисунка 7, самое неблагоприятное состояние с плотностью покрытия прибрежных акваторий характерно для Берингова моря в целом, а также для северо-восточной (между гидрометеорологическими станциями Ича и Брохово) и северо-западной (между гидрометеорологическими станциями о. Спафарьева и м. Литке) частей Охотского моря. В Японском море это относится к району от залива Находка до Амурского лимана.

Существующая в настоящее время сеть прибрежных морских наблюдений в дальневосточных морях не в полной мере соответствует даже официальным регламентирующим документам (например, РД 52.27.759-2011). Как следует из этого документа, наблюдательная сеть организуется и развивается таким образом, чтобы обеспечить нормальную работу по гидрометеорологическому охвату. Она должна отвечать следующим основным принципам: максимально полное и своевременное удовлетворение запросов потребителей; репрезентативность (надежность) наблюдательных пунктов; объективная характеристика особенностей гидрометеорологического режима морей с учетом их размеров и конфигурации, наличия островов, заливов и проливов. Станции и посты организуются с учетом следующих факторов: степени изменчивости наблюдаемых гидрометеорологических величин и явлений, геофизических характеристик и уровня загрязнения природной среды; точности измерения

Также далеки от необходимых и инструментальные наблюдения региональных особенностей приливов (см., например, регион Курильской гряды на рисунке 7), колебаний уровня моря (включая нагонные явления), а также инструментальные наблюдения волн цунами, что существенно затрудняет верификацию моделей по их распространению и количественной оценке параметров этого разрушительного явления.

Более того, устойчивое развитие и поддержание морской береговой сети невозможно без технического переоборудования и внедрения в практику проведения морских прибрежных наблюдений автоматизированных средств измерений. Автоматизация сети позволит увеличить оперативность доведения необходимых сведений до потребителей. Одним из основных затруднений при внедрении автоматизированных средств наблюдений является отсутствие серийного производства отечественных приборов и лабораторий для поверки импортных средств измерений. Также существенно затрудняет внедрение автоматизированных средств тот факт, что морская вода является агрессивной средой, в которой происходит обрастание и разрушение датчиков приборов, что в свою очередь требует проведения регулярных и частых профилактических работ по очистке датчиков.

Рейдовые наблюдения. Как уже отмечалось выше, этот вид наблюдений на акваториях дальневосточных морей постепенно прекращался в течение второй половины 20-го столетия. В то же время, если следовать имеющимся официальным документам (например, Руководство..., 2016; РД 52.10.895-2020), наблюдения на рейдовых станциях необходимы для получения рядов наблюдений, отражающих многообразие масштабов явлений, протекающих на данной акватории, а также используются для составления прогнозов и оценки их оправдываемости. Именно многолетние ряды наблюдений дают возможность получать объективные оценки режимных особенностей морей и составлять долгосрочные прогнозы.

Главная ценность материалов рейдовых наблюдений – их использование как связующего звена между данными береговых станций и открытого моря. Их значимость со временем будет только возрастать, учитывая постоянно растущие антропогенные нагрузки на акватории.

Учитывая все сказанное, предлагается восстановить регулярные наблюдения на рейдовых станциях вблизи морских прибрежных гидрометеорологических станций (согласно РД 52.10.895-2020). Для начала вблизи ГМС, которые находятся в устьях рек. Также в первую очередь необходимо возобновление рейдовых наблюдений вблизи ГМС, которые расположены в крупных населенных пунктах с наличием в них предприятий, портов и других объектов, которые создают значительные антропогенные нагрузки на прибрежные акватории. Наблюдения на рейдовых станциях желательнее проводить ежемесячно, но для начала можно ограничиться характерными месяцами сезонов. Эти наблюдения позволят более корректно оценивать климатические изменения и режимное состояние шельфовых акваторий, а также антропогенные нагрузки локальных акваторий и их влияние на сопредельные прибрежные регионы дальневосточных морей. Кроме того, рейдовые наблюдения в

открытых частях прибрежных акваторий позволят проводить верификацию и корректировку спутниковой информации, что соответственно расширит возможности ее использования в повседневной оперативной практике и в исследовании климатических изменений в акватории.

Наблюдения на «вековых» разрезах. На акваториях дальневосточных морей они были прекращены к 90-м годам прошлого столетия. И это несмотря на то, что окраинные моря средних и высоких широт, к которым относятся дальневосточные моря, характеризуются значительной чувствительностью к климатическим изменениям и играют существенную роль в крупномасштабном взаимодействии системы океан–атмосфера–континент (Гидрометеорология и гидрохимия морей..., 1998, 1999, 2003; Руководство..., 2016). Различия гидрологических условий в каждом отдельном море, связанные с их географическим положением, различной площадью и протяженностью шельфовых зон, характером рельефа дна, а также атмосферным воздействием, осложняют общую картину гидрологического режима вод и циркуляции, что требует проведения их всестороннего изучения (Гидрометеорология и гидрохимия морей..., 1998, 1999, 2003). В. П. Шунтовым было отмечено, а затем подтверждено в ряде работ (Шунтов, 2001, 2016; Шунтов, Темных, 2013), что проблема многолетних изменений численности гидробионтов дальневосточных морей более сложна, чем представлялось еще в недавнем прошлом. Циклы их численности являются составной частью, а точнее – связаны с цикличностью общих природных процессов.

Одно из важнейших направлений исследований (по выявлению многолетних изменений океанологического состояния дальневосточных морей) связано с проведением регулярных глубоководных измерений на «вековых» разрезах, например, (Перегудин, 1976). Это необходимо также для создания программных комплексов, которые позволят раскрывать особенности климатических изменений циркуляции дальневосточных морей на различных пространственных масштабах. В частности, многолетняя база данных о гидрологической структуре вод Охотского моря позволила оценить характерные пространственные масштабы мезомасштабных вихрей, как наиболее интенсивных динамических особенностей моря (Степанов, 2017). С помощью модельного комплекса и океанографических данных были исследованы особенности мезомасштабной динамики вод на восточном шельфе о. Сахалин. Мезомасштабные вихри интенсифицируют водообмен между шельфом и открытым морем, а также вертикальное перемешивание вод, оказывая значительное влияние на экосистему восточного шельфа о. Сахалин (Stepanov, 2018; Stepanov et al., 2018). Многолетняя база данных о термохалинной структуре вод на восточном шельфе о. Сахалин позволила верифицировать модельный комплекс для численного моделирования циркуляции Охотского моря, который был использован для изучения отклика циркуляции у побережья о. Сахалин на прохождение глубоких циклонов (Diansky et al., 2020). Более того, с помощью численного моделирования и океанографических данных за 20-летний период наблюдений проведен анализ прибрежного апвеллинга на восточном шельфе о. Сахалин. Корректность этих результатов была подтверждена регулярными данными о термохалинной стратификации (Фершалов и др., 2022).

Глубоководные измерения на «вековых» разрезах были использованы для изучения климатической изменчивости циркуляции Японского моря и позволили раскрыть особенности климатической изменчивости циклонического круговорота Японского моря за период с 1948 по 2009 гг. (Степанов и др., 2014; Дианский и др., 2016). Также были выявлены и характерные масштабы его ослабления/интенсификации. Кроме того, на основе многолетних данных океанологических наблюдений создан программный комплекс для изучения влияния роли мезомасштабных вихрей на климатическую изменчивость циркуляции Японского моря (Stepanov et al., 2022).

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что необходимо возобновить глубоководные океанологические наблюдения на «вековых» разрезах (как минимум, с сезонной дискретностью), которые будут востребованы для верификации и корректировки данных дистанционных наблюдений, а также результатов различных систем реанализа и гидродинамических моделей. Их положение (согласно РД 52.10.918-2022) в дальневосточных морях представлено на рисунке 8.

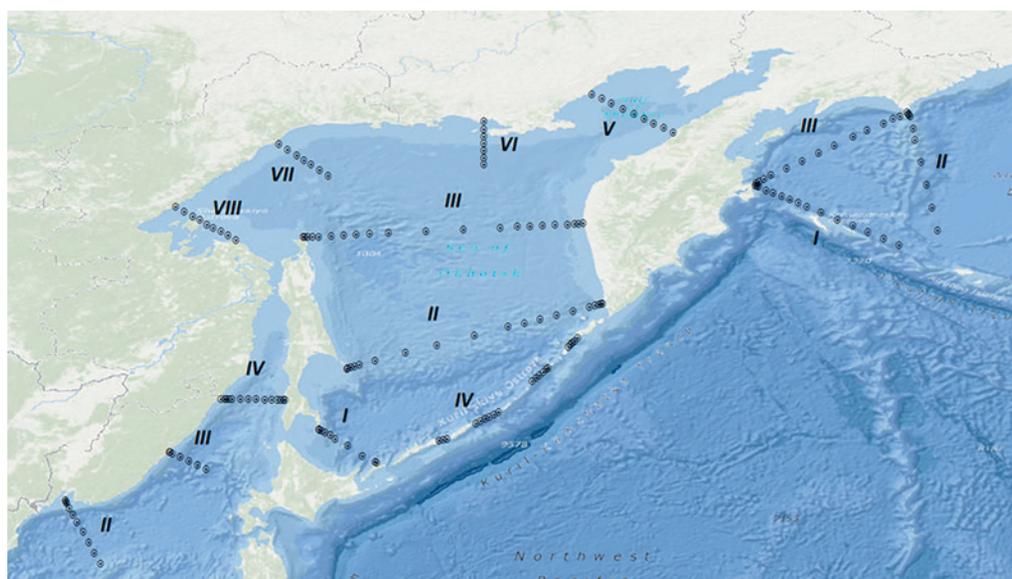


Рис. 8 – Пространственное распределение «вековых» разрезов в дальневосточных морях

В основных проливах дальневосточных морей *предлагается выполнять постановку долговременных автономных буйковых станций (АБС)* с одновременной регистрацией на них течений и СТД-наблюдений, что позволит получить более реалистичную пространственную структуру течений отдельных морей, исследовать их водообмен с сопредельными акваториями, а также выполнить валидацию и верификацию региональных математических моделей океана.

Инструментальных измерений скорости течений, по которым можно получить хотя бы в первом приближении картину циркуляции любого из дальневосточных морей (не говоря уже о сезонной и межгодовой изменчивости течений), к настоящему времени нет. Наблюдения и обобщения данных о течениях, в основном, представлены только для локальных периферийных участков морей (Помазанова, 1970;

Тигунцев, 1976; Юрасов, Яричин, 1991; Лучин, 1998; Супранович и др., 2001; Mizuta et al., 2003; Rybalko, Shevchenko, 2003; Ono et al., 2007). Они, как правило, выполнялись только на акваториях, где необходимо обеспечение безопасности мореплавания (рыбопромысловые районы, проливы, проходы между островами, прибрежные районы и подходы к портам), а также при обеспечении добычи минеральных ресурсов (например, район восточнее о. Сахалин).

Даже в основных проливах дальневосточных морей, как следует из работ (Богданов, 1961; Тигунцев, 1976; Лучин, 1998; Tanaka, Nakata, 1999; Супранович и др., 2001; Шевченко и др., 2005; Panteleev et al., 2006; Ono et al., 2007), данных инструментальных измерений крайне недостаточно для оценки характеристик и режима приливных и неперiodических течений, а также задания граничных условий для моделирования динамики вод отдельных морей (Козлов, Макаров, 1996; Васильев, Храпченков, 1998; Panteleev et al., 2006; Файман, 2015; Файман и др., 2021). Все это свидетельствует о необходимости организации долговременных измерений течений и гидрологических параметров в ключевых проливах дальневосточных морей. Их положение (в минимально необходимом объеме) представлено на рисунке 9.

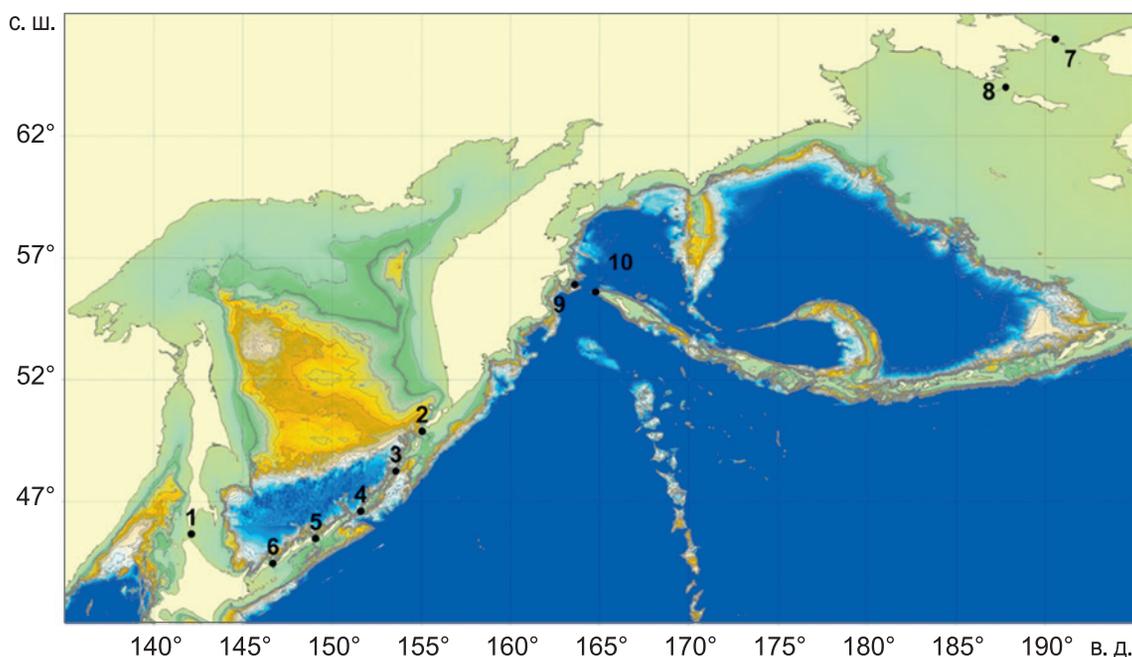


Рис. 9 – Схема расположения необходимых долговременных АБС в регионе дальневосточных морей (1 – пролив Лаперуза; 2–6 – проливы Курильской гряды; 7 – Берингов пролив; 8 – пролив Чирикова; 9, 10 – Камчатский пролив)

В дальневосточных морях необходимо также реализовать систему автономных буйковых наблюдений. Полученные в рамках этих полевых исследований результаты будут востребованы для изучения циркуляции и океанологического состояния вод дальневосточных морей, а также сезонной и межгодовой изменчивости различных параметров. Результаты измерений в рамках этого направления работ позволят решать следующие океанологические задачи:

- исследование пространственной структуры основных морских течений;
- изучение водообмена между шельфовыми и глубоководными акваториями;
- решение задач валидации и верификации региональных математических моделей океана;
- корректировки данных дистанционных наблюдений.

На рисунках 10–12 представлены предполагаемые схемы развертывания автономных станций на акваториях дальневосточных морей. Выбранный подход к пространственному размещению наблюдательных систем базируется на многолетнем опыте отечественных исследований в регионе, в том числе в рамках международных программ. Как один из основных вариантов – постановка профилографов «Аквалог» и/или «Винчи», осуществляющих долговременные измерения температуры, солёности морской воды и скорости течений в пределах глубин от 10 до 800 м (рисунок 10б). В настоящее время уровень разработки профилографов «Аквалог» и «Винчи», которые реализуются в Институте океанологии РАН, достаточно высок, чтобы, при соответствующей финансовой поддержке, обеспечить не только гражданские организации, но и ВМФ современными глубоководными комплексами для мониторинга гидродинамических условий, а также обследования техногенных подводных объектов на шельфе и в глубоком море (Соков и др., 2023).

Прибрежная и шельфовая зоны Приморского края (Японское море) в течение года находятся под интенсивным атмосферным воздействием. Выходы тропических циклонов в северо-западную часть Японского моря могут приводить к катастрофическим для прибрежной акватории последствиям. Оценки и прогнозы таких последствий необходимы для успешного развития всего дальневосточного региона. Важным направлением в поиске путей решений этой проблемы является проведение продолжительных измерений вертикальной структуры вод и ее изменений, вызванных интенсивным атмосферным воздействием.

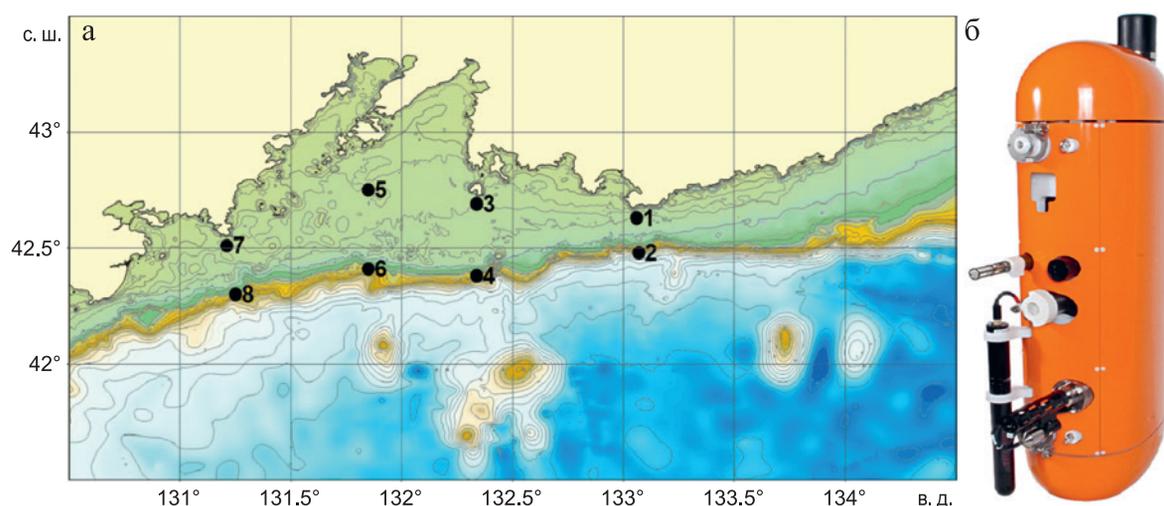


Рис. 10 – Схема автономных станций в заливе Петра Великого (а) и внешний вид профилографа «Аквалог» (б)

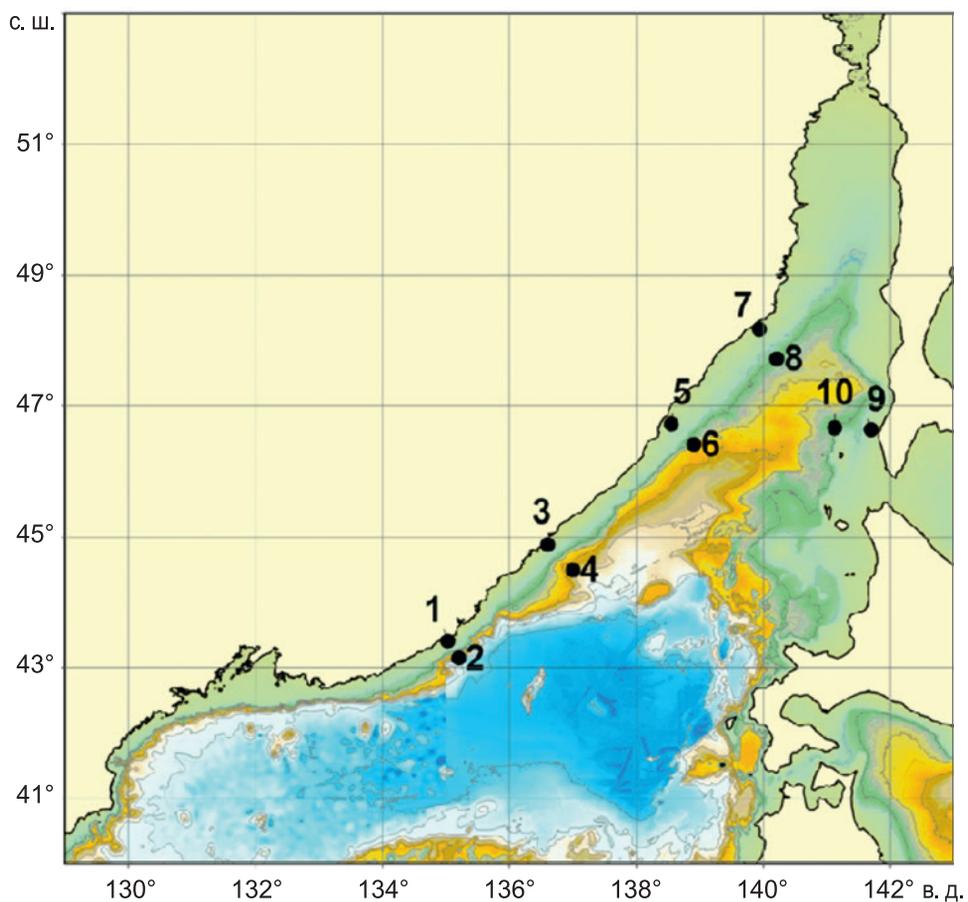


Рис. 11 – Схема автономных станций в шельфовых районах Японского моря

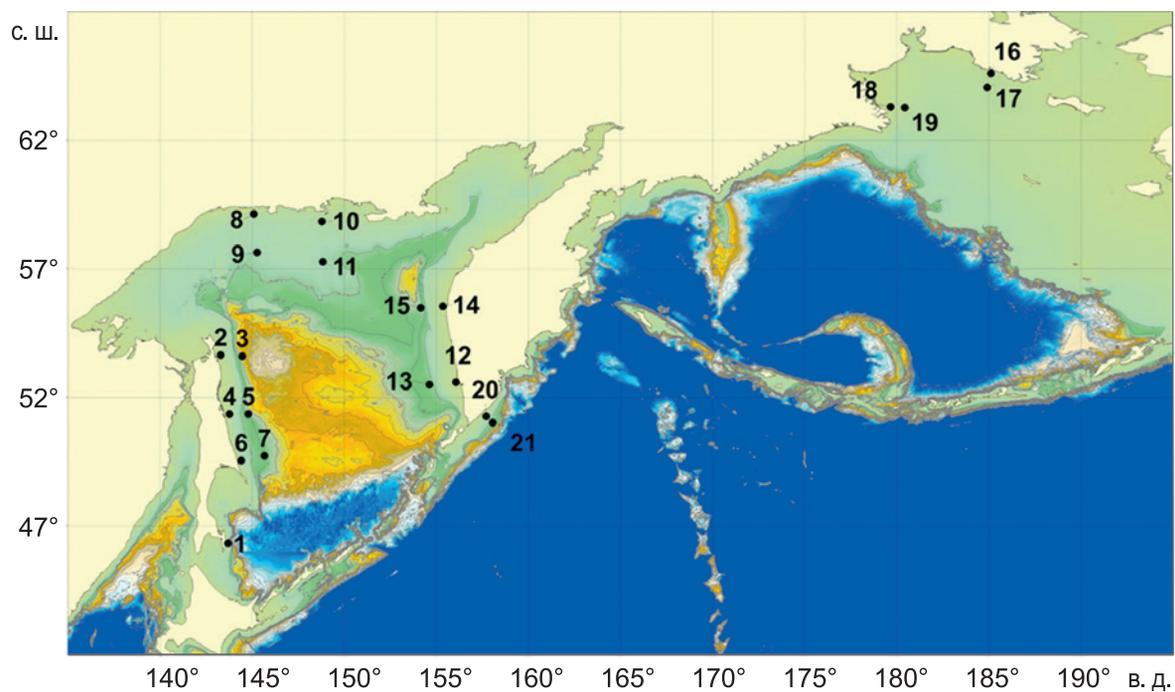


Рис. 12 – Схема автономных станций в шельфовых районах Охотского и Берингова морей

Современная отечественная приборная база позволяет проводить профилирование водной толщи с высоким вертикальным разрешением как гидрологической структуры (температуры и солености), так и параметров течений. Создание и пополнение базы данных таких наблюдений позволит повысить качество прогноза последствий воздействия на экосистему прибрежной зоны (при прохождении тропических циклонов), а также послужит базой для развития региональных численных моделей прибрежной циркуляции.

С апреля по октябрь 2015 г. проведено тестирование, а затем и дальнейшее профилирование водной толщи, выполненное с помощью отечественного прибора-профилографа «Аквалог». Профилограф «Аквалог» оснащен приборами для измерения температуры, электропроводности и давления SBE CTD 52-MP (1 изм./сек), измерителем содержания растворенного кислорода SBE43F, а также акустическим доплеровским точечным измерителем скорости течения Nortek Aquadopp 2 МГц (4 изм./сек). Прибор был установлен на континентальном склоне в северо-западной части Японского моря. Впервые была получена информация о гидрологической (температура и соленость) и гидродинамической (горизонтальные компоненты скорости течений) структуре вод и ее вариациях во второй половине года. На основе данных профилирования высокого вертикального разрешения была восстановлена картина о тепло- и солеобмене, а также потоках растворенного кислорода в водной толще. В полученных профилях отражены два события выхода тропических циклонов в северо-западную часть Японского моря. Они сопровождалась интенсивными вертикальными движениями и резким усилением вертикального тепло- и солеобмена (Ostrovskii et al., 2021; Степанов и др., 2023). Используя несколько различных концепций, (Stepanov et al., 2024) получили информацию об интенсивности вертикального перемешивания, которая необходима для создания более совершенных региональных моделей прибрежной циркуляции. На рисунке 13 представлена реализация записей температуры и компоненты скорости течений, добытых профилографом «Аквалог» в апреле–октябре 2015 г.

На длительной серии наблюдений были получены изменения, вызванные прохождением антициклонических мезомасштабных вихрей через станцию. В частности, с 22 по 27 июля зарегистрирована смена знака направленной к берегу компоненты скорости с положительного на отрицательный, что указывает на антициклоническое направление вращения. Эти изменения в скорости течения повлекли за собой резкое увеличение температуры на 1–1.5 градуса в пределах слоя от 60 до 125 м. Кроме этого, были зарегистрированы изменения температуры и скорости течений при прохождении тропических циклонов. Например, в начале сентября в реализациях нормальной к берегу компоненты скорости течений проявились квазиинерционные колебания, вызванные интенсивным атмосферным воздействием. Они характеризовались изменением компоненты скорости с характерным масштабом около 18 ч.

Еще один из вариантов реализации автономных наблюдений – это постановка профилографов «Винчи» (рисунок 14), линейка которых разрабатывается специалистами ИО РАН (Ostrovskii et al., 2022; Швоев и др., 2024). Основная ниша для использования прибора – это прибрежные исследования в приповерхностном слое моря.

Важным отличием серии «Винчи» от серии «Аквалог» (Островский и др., 2013) является способность проводить измерения до морской поверхности с полным всплытием зонда. Это расширяет возможности как по дистанционному обмену данными (передача измерений и управление), так и по исследованию вертикальной изменчивости характеристик приповерхностного слоя моря.

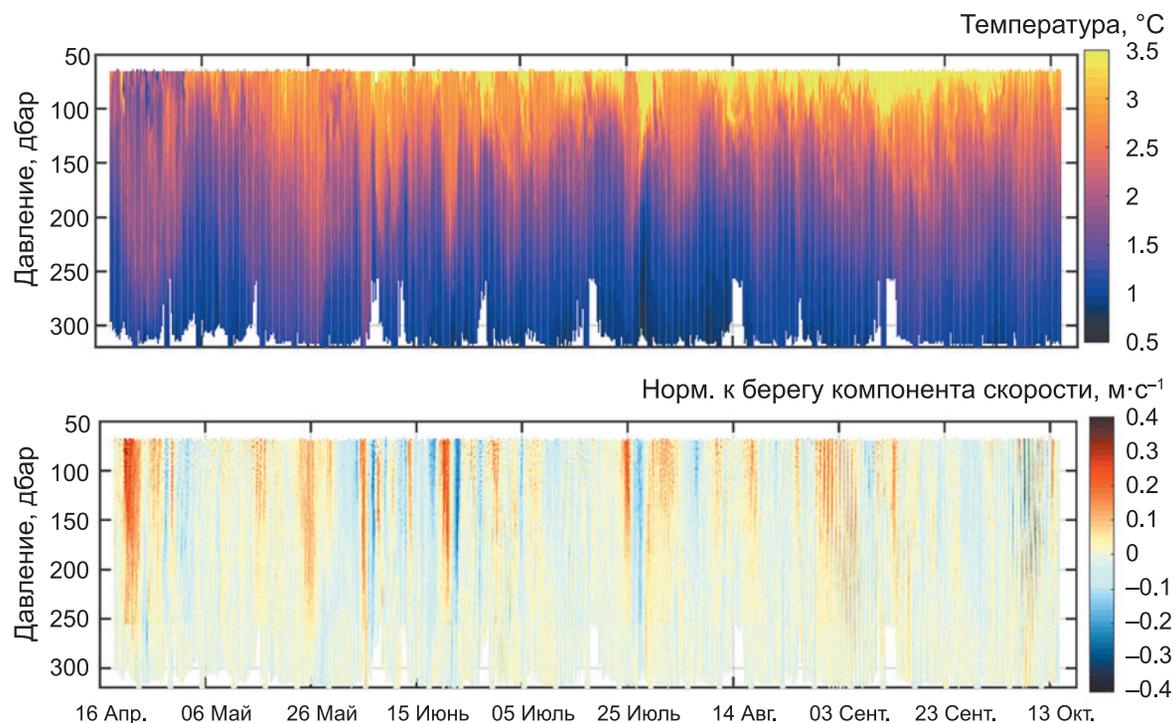


Рис. 13 – Временные изменения температуры воды и нормальной к берегу компоненты скорости течений по данным профилографа «Аквалог» в северо-западной части Японского моря (Ostrovskii et al., 2021)

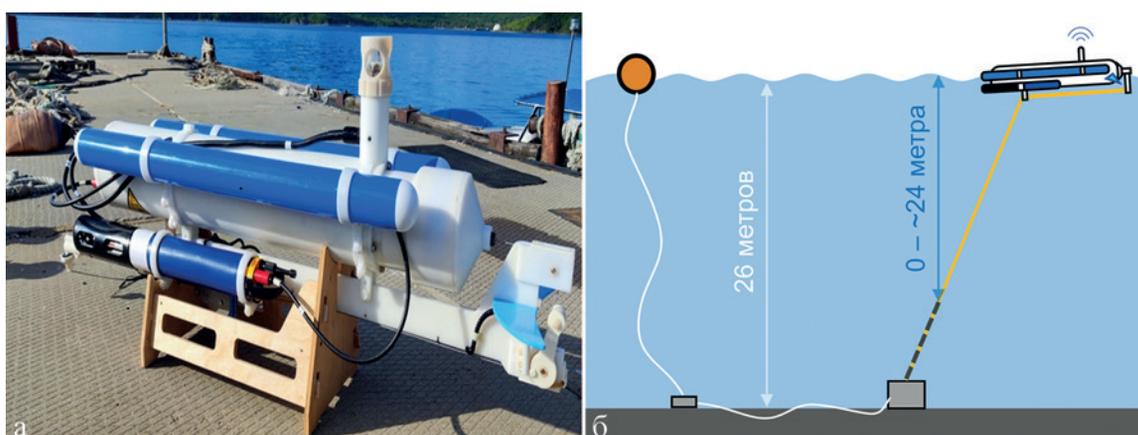


Рис. 14 – Профилограф «Винчи» (версия ТОИ ДВО РАН) (а) и схема его постановки на морской экспериментальной станции ТОИ ДВО РАН «мыс Шульца» (б)

В ТОИ ДВО РАН успешно испытан второй серийный прибор «Винчи», который интегрирован с мультипараметрическим зондом YSI EXO2, для исследования

временной изменчивости вертикальной структуры температуры и солености морской воды, а также флуоресценции хлорофилла «а», растворенного органического вещества (РОВ) и мутности морской воды. Частота измерений зондом составляет 4 изм./сек, диапазон анализируемых глубин – 0–50 м, количество измеряемых вертикальных профилей на одном заряде батареи – около 750 шт.

С 30 мая по 10 июня 2024 г. проведены измерения с помощью данного приборного комплекса в бухте Витязь (Японское море). На рисунке 15 показаны полученные результаты измерений с интервалом 1 ч.

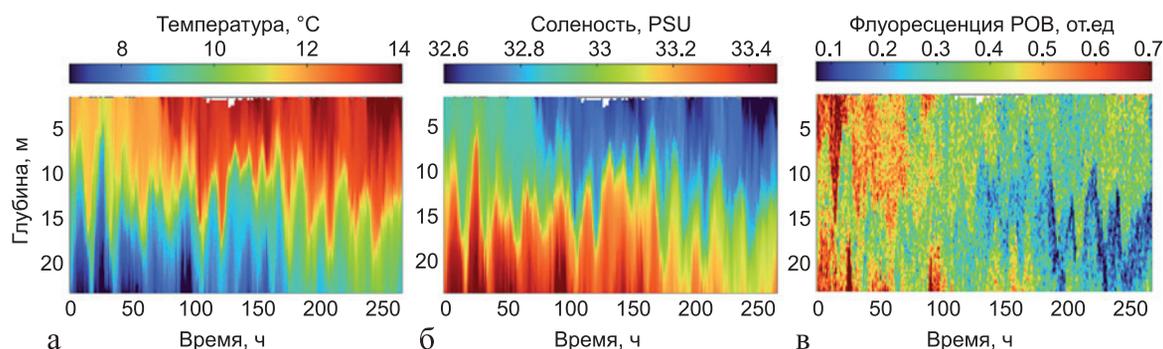


Рис. 15 – Результаты измерения вертикальных профилей температуры (а), солености (б) и интенсивности флуоресценции РОВ (в) с помощью автономного зонда-профилографа «Винчи» с 30 мая по 10 июня 2024 г. в бухте Витязь (Японское море)

В полученных данных идентифицированы квази-инерционные колебания с периодом ~ 18 ч, а также за счет одновременного измерения гидрологических и оптических характеристик зафиксирована смена водных масс 2 июня 2024 г., связанная с движением мезомасштабного вихря в заливе Посьета. В дальнейшем приборный комплекс планируется использовать для исследования разномасштабной временной изменчивости (от внутрисуточной до сезонной и годовой), изучения механизмов воздействия гидродинамических (внутренние волны, вихри, течения) и гидрометеорологических процессов (тайфуны, сильные шторма) на вертикальную термохалинную структуру и характеристики функционирования фитопланктонных сообществ. Кроме этого, данные будут использованы для валидации региональных численных гидродинамических моделей и спутниковых данных.

Еще один важный аспект использования инструментальных измерений – настройка и отладка гидродинамических моделей в прибрежных зонах, в которых область исследования включает шельфовую зону, континентальный склон и участок глубокого моря. Хорошим примером являются последние наработки, выполняемые с помощью измерений профилографом «Аквалог» и на автономных донных станциях. В результате это позволило исследовать структуру и особенности межгодовой изменчивости каскадинга в заливе Петра Великого (Fayman et al., 2019a; Prants et al., 2022). С помощью экспедиционных STD-съемок были изучены особенности и формирование антициклонических вихрей на шельфе залива Петра Великого (Fayman et al., 2019b).

Заключение

В течение последних трех десятилетий наблюдается отставание Российской Федерации от ведущих стран мира в области высокотехнологичного океанологического наблюдения процессов в Мировом океане. Используемые в настоящее время методы и средства мониторинга водной среды морей России преимущественно устарели и нуждаются в глубокой модернизации.

Опыт эксплуатации автоматизированных средств измерений зарубежного производства показывает наличие значительных трудностей при их обслуживании, поверке и ремонте. Более того, наряду с высокой стоимостью этого оборудования, существуют риски, связанные с прекращением поставок комплектующих.

Для реализации предлагаемых мер по совершенствованию океанологических наблюдений (не исключая выполняемых в настоящее время наблюдений организациями различных ведомств) необходимо существенное увеличение финансирования. Следует отметить, что, согласно (Социально-экономическому..., 2024), Дальний Восток удерживает лидерство по темпам роста инвестиций. С 2019 по 2023 гг. объем вложений вырос на 60 % к уровню 2018 г., что в 2 раза превышает прирост показателя по стране. Основной объем вложений направляется на развитие транспортно-логистического комплекса – 29 % и добычу полезных ископаемых – 24 %. При этом, для рационального планирования и эффективного осуществления, перечисленным выше отраслям требуется всесторонний учет гидрометеорологических и гидрохимических факторов. Исходя из этого, можно формировать представление об объемах требуемых средств для создания системы наблюдений.

Необходимо расширить сеть наблюдений на ГМС, возобновить наблюдения на рейдовых станциях и «вековых» разрезах, на шельфе и склоне дальневосточных морей реализовать систему автономных буйковых наблюдений, в основных проливах дальневосточных морей организовать постановку долговременных буйковых станций с одновременной регистрацией на них течений и СТД-наблюдений.

Более того, в рамках океанологических исследований дальневосточных морей должен стать реальностью один из семи провозглашенных в рамках Десятилетия океана результатов, а именно – «Доступный океан, предполагающий открытый и равный доступ к данным, информации, технологиям и инновационным разработкам» (<https://oceandecade.org/vision-2030>).

Благодарности. Авторы благодарят рецензентов, чьи ценные комментарии и замечания помогли существенно улучшить публикуемую статью. Исследование выполнено в рамках тем государственного задания ТОИ ДВО РАН на 2024–2026 гг. «Исследование структуры и динамики вод Мирового океана в условиях современных климатических изменений» (регистрационный номер 124022100079-4), «Моделирование и анализ разномасштабных динамических процессов и распространения звука в океане» (регистрационный номер 124022100072-5), «Комплексное использование методов дистанционного зондирования Земли, а также наземных и подводных измерительных систем в исследованиях морских погодных образований, гидродинамических и

биогеохимических процессов в верхнем слое океана и морей» (регистрационный номер 124022100080-0).

Список литературы

1. *Богданов К. Т.* О водообмене между Беринговым морем и Тихим океаном через пролив Ближний // Тр. ИО АН. 1961. Т. 38. С. 61–63.
2. *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: научные труды.* 2013. № 2 (11). С. 116–127.
3. *Васильев А. С., Храпченко Ф. Ф.* Сезонная изменчивость циркуляции вод и водообмена Охотского моря с Тихим океаном // *Метеорология и гидрология.* 1998. № 6. С. 59–67.
4. *Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 8: Японское море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия.* СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. 399 с.
5. *Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9: Охотское море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия.* СПб.: Гидрометеоиздат, 1998. 342 с.
6. *Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 10: Берингово море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия.* СПб.: Гидрометеоиздат, 1999. 299 с.
7. *Дианский Н. А., Степанов Д. В., Гусев А. В., Новотрясов В. В.* Роль ветрового и термического воздействий в формировании изменчивости циркуляции вод в центральной котловине Японского моря с 1958 по 2006 гг. // *Известия РАН. Физика атмосферы и океана.* 2016. Т. 52. С. 234–245.
8. *Козлов В. Ф., Макаров В. Г.* Фоновые течения в Охотском море // *Метеорология и гидрология.* 1996. № 9. С. 58–64.
9. *Коровин В. П., Четверкин Е. И.* Морская гидрометрия. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 262 с.
10. *Лучин В. А.* Непериодические течения // *Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9: Охотское море. Вып. 1: Гидрометеорологические условия.* СПб.: Гидрометеоиздат, 1998. С. 233–256.
11. *Мошениченко И. Е.* Очерки развития метеорологии на Дальнем Востоке. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 307 с.
12. *Нелезин А. Д., Манько А. Н.* Изменчивость термодинамической структуры вод северо-западной части Тихого океана. Владивосток: Изд-во Дальнев. ун-та, 1999. 128 с.
13. *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. <https://doi.org/10.7868/S0030157413020147>.
14. *Остроухов А. В., Шамраев Ю. И.* Морская гидрометрия. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 447 с.
15. *Перегудин А. С.* Перенос вод и тепла в деятельном слое Охотского моря // Тр. ДВНИГМИ. 1976. Вып. 62. С. 174–183.
16. *Помазанова Н. П.* Поверхностные течения в северных и восточных промысловых районах Охотского моря в летние месяцы // Труды ДВНИГМИ. 1970. № 30. С. 94–104.
17. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. № 308 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальневосточного федерального округа» (с изменениями на 17 сентября 2024 года)».
18. Постановление Правительства РФ от 29 марта 2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (с изменениями на 23 декабря 2024 года)».

19. Распоряжение Правительства РФ от 24 сентября 2020 г. № 2464-р «Об утверждении Национальной программы социально-экономического развития Дальнего Востока на период до 2024 г. и на перспективу до 2035 г.».
20. РД 52.10.842-2017. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9: Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Часть 1: Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах. М.: Издательство ИТРК, 2017. 375 с.
21. РД 52.10.895-2020. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9: Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Часть IV: Рейдовые гидрометеорологические наблюдения.
22. РД 52.10.918-2022. Положение о вековых океанографических разрезах на морях, омывающих берега Российской Федерации (утв. приказом Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды от 4 мая 2022 г. № 181).
23. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. 3-е изд.: перераб. и доп. М.: Государственный океанографический институт им. Н. Н. Зубова, 2016. 537 с.
24. Соков А. В., Римский-Корсаков Н. А., Островский А. Г. Технологии океанологических подводных исследований // Морское оборудование и технологии. 2023. № 2 (35). С. 14–39.
25. Социально-экономический профиль Дальнего Востока. М.: ФАНУ «Востокгосплан», 2024. 36 с. https://www.mcbamk.ru/wp-content/uploads/2024/10/Приложение-Социально-экономический-профиль-Дальнего-Востока-к-исходящие-по-списку-рассылки-_О-направ-1_compressed.pdf.
26. Степанов Д. В., Дианский Н. А., Новотрясов В. В. Численное моделирование циркуляции вод центральной части Японского моря и исследование ее долгопериодной изменчивости в период 1958–2006 гг. // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2014. Т. 50. № 1. С. 84–96.
27. Степанов Д. В., Островский А. Г., Лазарюк А. Ю. Диапикническое перемешивание и дифференциальная диффузия над континентальным склоном в северной части Японского моря в теплое полугодие // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2023. Т. 59. № 5. С. 649–660. <https://doi.org/10.31857/S0002351523050103>.
28. Степанов Д. В. Оценка бароклинного радиуса деформации Россби в Охотском море // Метеорология и гидрология. 2017. № 11. С. 83–89.
29. Супранович Т. И., Юрасов Г. И., Контаков Г. А. Непериодические течения и водообмен в проливе Лаперуза // Метеорология и гидрология. 2001. № 3. С. 80–84.
30. Тигунцев Л. А. Перенос тихоокеанских вод через северную часть Берингова моря // Тр. ААНИИ. 1976. Т. 319. С. 164–174.
31. Указ Президента РФ от 31 июля 2022 г. № 512 «Об утверждении Морской доктрины Российской Федерации (с изменениями на 13 августа 2024 года)».
32. Указ Президента РФ от 28 февраля 2024 г. № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации». а.
33. Указ Президента РФ от 18 июня 2024 г. № 529 «Об утверждении приоритетных направлений научно-технологического развития и перечня важнейших наукоемких технологий». б.
34. Файман П. А., Пранц С. В., Будянский М. В., Улейский М. Ю. Моделирование распространения тихоокеанских вод в Охотском море // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2021. Т. 57. № 3. С. 372–384. <https://doi.org/10.31857/S0002351521030044>.
35. Файман П. А. Сезонная изменчивость циркуляции вод Охотского моря, рассчитанная на основе стационарной модели океана // Вестник ДВО РАН. 2015. № 6 (184). С. 21–28.

36. *Фершалов М. Ю., Степанов Д. В., Штрайхерт Е. В., Фомин В. В., Нечаюк В. Е., Дианский Н. А.* Влияние термохалинной стратификации на развитие прибрежного апвеллинга на северо-восточном шельфе Сахалина // *Метеорология и гидрология*. 2022. № 9. С. 20–31.
37. *Швоев Д. А., Кочетов О. Ю., Волков С. В., Островский А. Г.* Автономный зонд-профилемер «Винчи» // *Подводные исследования и робототехника*. 2024. № 4 (50). С. 67–77.
38. *Шевченко Г. В., Кантаков Г. А., Частиков В. Н.* Анализ данных инструментальных измерений течений в проливе Лаперуза // *Известия ТИНРО*. 2005. Т. 140. С. 203–227.
39. *Шунтов В. П.* Биология дальневосточных морей России. Т. 1: Владивосток: ТИНРО-центр, 2001. 579 с.
40. *Шунтов В. П.* Биология дальневосточных морей России. Т. 2: Владивосток: ТИНРО-центр, 2016. 796 с.
41. *Шунтов В. П., Темных О. С.* Иллюзии и реалии экосистемного подхода к изучению и управлению морскими и океаническими биологическими ресурсами // *Изв. ТИНРО*. 2013. Т. 173. С. 3–29.
42. *Юрасов Г. И., Яричин В. Г.* Течения Японского моря. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 176 с.
43. *Chapman P.* The World Ocean Circulation Experiment (WOCE) // *Marine Technology Society Journal*. 1998. Vol. 32. No. 3. P. 23–36.
44. *Diansky N. A., Stepanov D. V., Fomin V. V., Chumakov M. M.* Water circulation off the northeastern coast of Sakhalin during the passage of three types of deep cyclones over the Sea of Okhotsk // *Russ. Meteorol. Hydrol.* 2020. Vol. 45. No. 9. P. 29–38.
45. *Fayman P., Ostrovskii A., Lobanov V., Park J. H., Park Y. G., Sergeev A.* Submesoscale eddies in Peter the Great Bay of the Japan/East Sea in winter // *Ocean Dynamics*. 2019a. No. 69. P. 443–462. <https://doi.org/10.1007/s10236-019-01252-8>.
46. *Fayman P., Prants S., Budyansky M., Uleysky M.* Coastal summer eddies in the Peter the Great Bay of the Japan sea: in situ data, numerical modeling and Lagrangian analysis // *Continental Shelf Research*. 2019b. No. 181. P. 143–155. <https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.05.002>.
47. *Mizuta G., Fukamachi Y., Ohshima K. I., Wakatsuchi M.* Structure and Seasonal Variability of the East Sakhalin Current // *Journal of Physical Oceanography*. 2003. Vol. 33. No. 11. P. 2430–2445. [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(2003\)033<2430:SASVOT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(2003)033<2430:SASVOT>2.0.CO;2).
48. *Ono K., Ohshima K. I., Wakatsuchi M., Kono T., Itoh M., Katsumata K., Volkov Y. N.* Water mass exchange and diapycnal mixing at Bussol' Strait revealed by water mass properties // *Journal of Oceanography*. 2007. Vol. 63. No. 2. P. 281–291. <https://doi.org/10.1007/s10872-007-0028-3>.
49. *Ostrovskii A. G., Kochetov O. Y., Kremenetskiy V. V., Shvov D. A., Volkov S. V., Zatsepin A. G., Olchev A. V., Emelianov M. V., Korovchinsky N. M., Olshanskiy V. M.* Automated Tethered Profiler for Hydrophysical and Bio-Optical Measurements in the Black Sea Carbon Observational Site // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. Vol. 10. Iss. 3. <https://doi.org/10.3390/jmse10030322>.
50. *Ostrovskii A., Stepanov D., Kaplunenko D., Park J.-H., Park Y.-G., Tishchenko P.* Turbulent mixing and its contribution to the oxygen flux in the northwestern boundary current region of the Japan/East Sea, April–October 2015 // *Journal of Marine Systems*. 2021. Vol. 224. Art. No. 103619. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2021.103619>.
51. *Panteleev G. G., Stabeno P., Luchin V. A., Nechaev D. A., Ikeda M.* Summer transport estimates of the Kamchatka Current derived as a variational inverse of hydrophysical and surface drifter data // *Geophys. Res. Lett.* 2006. Vol. 33. L09609. <https://doi.org/10.1029/2005GL024974>.

52. *Prants S. V., Fayman P. A., Budyansky M. V., Uleysky M. Y.* Simulation of Winter Deep Slope Convection in Peter the Great Bay (Japan Sea) // *Fluids*. 2022. No. 7 (4). P. 134. <https://doi.org/10.3390/fluids7040134>.
53. *Roemmich D., Boebel O., Desaubies Y., Freeland H., King B., LeTraon P.-Y., Molinari R., Owens B., Riser S., Send U., Takeuchi K., Wijffels S.* ARGO: The Global Array of Profiling Floats // *CLIVAR Exchanges*. 1999. Vol. 4. No. 3. P. 4–5.
54. *Rybalko S. I., Shevchenko G. V.* Seasonal and spatial variability of sea currents on the Sakhalin northeastern shelf // *Pacific Oceanography*. 2003. Vol. 1. No. 2. P. 168–178.
55. *Secrest R.* World Ocean Circulation Experiment / Website: EBSCO Information Services. 2024. <https://www.ebsco.com/research-starters/oceanography/world-ocean-circulation-experiment>.
56. *Stepanov D., Diansky A., Fomin V.* Eddy energy sources and mesoscale eddies in the Sea of Okhotsk // *Ocean Dynamics*. 2018. Vol. 68. P. 825–845.
57. *Stepanov D. V.* Mesoscale eddies and baroclinic instability over the eastern Sakhalin shelf of the Sea of Okhotsk: a model-based analysis // *Ocean Dynamics*. 2018. Vol. 68. P. 1353–1370.
58. *Stepanov D., Fomin V., Gusev A., Diansky N.* Mesoscale dynamics and eddy heat transport in the Japan/East Sea from 1990 to 2010: a model-based analysis // *Journal of Marine Science and Engineering*. 2022. Vol. 10. P. 33.
59. *Stepanov D., Ostrovskii A., Ryzhov E., Lazaryuk A.* Shear-driven vertical mixing and turbulent exchange over the continental slope in the northwestern Sea of Japan // *Ocean Dynamics*. 2024. Vol. 74. P. 919–934. <https://doi.org/10.1007/s10236-024-01639-2>.
60. *Tanaka I., Nakata A.* Results of direct current measurements in the La Perouse Strait (the Soya Strait), 1995–1998 // *PICES Scientific Report*. 1999. № 12. P. 173–176.
61. The World Ocean Circulation Experiment (WOCE) 1990–2002. Website: <https://web.archive.org/web/20090417055821/http://www.noc.soton.ac.uk/OTHERS/woceipo/ipo.html>.
62. *Zilberman N. V., Thierry V., King B., Alford M., Andre X., Balem K., Briggs N., Chen Zh., Cabanes C., Coppola L., Dall’Olmo G., Desbruyères D., Fernandez D., Foppert A., Gardner W., Gasparin F., Hally B., Hosoda Sh., Johnson G. C., Kobayashi T., Le Boyer A., Llovel W., Oke P., Purkey S., Remy E., Roemmich D., Scanderbeg M., Sutton Ph., Walicka K., Wallace L., van Wijk E. M.* Observing the full ocean volume using Deep Argo floats // *Frontiers in Marine Science*. 2023. Vol. 10. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1287867>.

Статья поступила в редакцию 06.03.2025, одобрена к печати 28.05.2025.

Для цитирования: Шакиров Р. Б., Файман П. А., Стасюк Е. И., Лучин В. А., Петрова Е. А., Салюк П. А., Степанов Д. В., Солонец И. С. Океанологические наблюдения в дальневосточных морях (прибрежные и глубоководные акватории) – состояние, проблемы, предложения по реализации // *Океанологические исследования*. 2025. № 53 (2). С. 195–227. [https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2025.53\(2\).10](https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2025.53(2).10).

**OCEANOLOGICAL OBSERVATIONS IN THE FAR EASTERN SEAS
(COASTAL AND DEEP WATER AREAS) –
STATUS, PROBLEMS, PROPOSALS FOR IMPLEMENTATION**

**R. B. Shakirov¹, P. A. Fayman¹, E. I. Stasyuk², V. A. Luchin¹, E. A. Petrova¹,
P. A. Salyuk¹, D. V. Stepanov¹, I. S. Solonets¹**

¹ *V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS,
43, Baltiyskaya str., Vladivostok, 690041, Russia,
e-mail: petrova@poi.dvo.ru;*

² *Far Eastern Regional Hydrometeorological Research Institute,
24, Fontannaya str., Vladivostok, 690091, Russia,
e-mail: stasuk@ferhri.ru*

The article presents an assessment of the current state and problems in the system of oceanographic observations in the coastal and deep-water areas of the Far Eastern seas (the Sea of Japan/East Sea, the Sea of Okhotsk, and the Bering Sea), as well as proposals for its necessary improvement and a justification for possible ways of implementation. It is noted that at present various marine science organizations of the Russian Federation mainly carry out episodic and fragmentary oceanographic studies. Provided that the necessary funding is available, the following measures are proposed to improve oceanographic observations in the waters of the Far Eastern seas (not excluding the observations currently carried out by organizations of various departments): resume observations at roadstead stations and “century” sections, implement a system of autonomous buoy observations on the shelf and slope of the seas, organize the installation of long-term buoy stations in the main straits of the Far Eastern seas with simultaneous recording of currents and CTD observations.

Keywords: Far Eastern seas, oceanographic stations, buoy observations, road observations, secular sections, current meters, sea water temperature and salinity, sea level

Acknowledgements: The authors express their sincere gratitude to the reviewers for the constructive comments. The study were carried out in accordance with the state budget topics for the POI FEB RAS, entitled “Study of the structure and dynamics of World’s oceans waters in conditions of current climate change” (reg. No. 124022100079-4), “Modeling and analysis of multi-scale dynamic processes and sound propagation in the ocean” (reg. No. 124022100072-5), and topic (reg. No. 124022100080-0).

References

1. Bogdanov, K. T., 1961: On water exchange between the Bering Sea and the Pacific Ocean through the Near Strait. *Proceedings of the Institute of Oceanology of the Academy of Sciences*, **38**, 61–63.
2. Bubinin, M. D., V. A. Gorlov, and A. Ya. Tolkachev, 2013: Analysis of existing international observation systems in the World Ocean and prospects for their development based on the use of modern technical means of observation. *Innovation and expertise: scientific works*, **2** (11), 116–127.

3. Chapman, P., 1998: The World Ocean Circulation Experiment (WOCE). *Marine Technology Society Journal*, **32** (3), 23–36.
4. Decree of the President of the Russian Federation of July 31, 2022 No. 512 “On approval of the Maritime Doctrine of the Russian Federation (as amended on August 13, 2024)”.
5. Decree of the President of the Russian Federation of February 28, 2024a No. 145 “On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation”.
6. Decree of the President of the Russian Federation of June 18, 2024b No. 529 “On approval of priority areas of scientific and technological development and a list of the most important science-intensive technologies”.
7. Diansky, N. A., D. V. Stepanov, V. V. Fomin, and M. M. Chumakov, 2020: Water circulation off the northeastern coast of Sakhalin during the passage of three types of deep cyclones over the Sea of Okhotsk. *Russ. Meteorol. Hydrol.*, **45** (9), 29–38.
8. Diansky, N. A., D. V. Stepanov, A. V. Gusev, and V. V. Novotryasov, 2016: The role of wind and thermal effects in the formation of water circulation variability in the central basin of the Sea of Japan from 1958 to 2006. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Oceanic Physics*, **52**, 234–245.
9. Fayman, P., A. Ostrovskii, V. Lobanov, J. H. Park, Y. G. Park, and A. Sergeev, 2019a: Submesoscale eddies in Peter the Great Bay of the Japan/East Sea in winter. *Ocean Dynamics*, **69**, 443–462, <https://doi.org/10.1007/s10236-019-01252-8>.
10. Fayman, P. A., S. V. Prants, M. V. Budyansky, and M. Yu. Uleysky, 2019b: Coastal summer eddies in the Peter the Great Bay of the Japan sea: in situ data, numerical modeling and Lagrangian analysis. *Continental Shelf Research*, **181**, 143–155, <https://doi.org/10.1016/j.csr.2019.05.002>.
11. Faiman, P. A., S. V. Prantz, M. V. Budyansky, and M. Yu. Uleysky, 2021: Modeling the propagation of Pacific waters in the Sea of Okhotsk. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Oceanic Physics*. **57** (3), 372–384, <https://doi.org/10.31857/S0002351521030044>.
12. Faiman, P. A., 2015: Seasonal variability of the circulation of waters in the Sea of Okhotsk, calculated on the basis of a stationary ocean model. *Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, **6** (184), 21–28.
13. Fershalov, M. Yu., D. V. Stepanov, E. V. Streichert, V. V. Fomin, V. E. Nechayuk, and N. A. Diansky, 2022: Influence of thermohaline stratification on the development of coastal upwelling on the northeastern shelf of Sakhalin. *Meteorology and Hydrology*, **9**, 20–31.
14. *Guide to hydrological work in the oceans and seas*, 2016. Moscow, N. N. Zubov State Oceanographic Institute, 537 p.
15. *Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas*, 2003: Vol. 8: Sea of Japan/East Sea. Iss. 1: Hydrometeorological conditions. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 399 p.
16. *Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas*, 1998: Vol. 9: Sea of Okhotsk. Iss. 1: Hydrometeorological conditions. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 342 p.
17. *Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas*, 1999: Vol. 10: Bering Sea. Iss. 1: Hydrometeorological conditions. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 299 p.
18. Korovin, V. P. and E. I. Chvertkin, 1988: *Marine hydrometry*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 262 p.
19. Kozlov, V. F. and V. G. Makarov, 1996: Background currents in the Sea of Okhotsk. *Meteorology and hydrology*, **9**, 58–64.
20. Luchin, V. A., 1998: Non-periodic currents. *Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas*. Vol. 9: Sea of Okhotsk. Iss. 1: Hydrometeorological conditions. St. Petersburg, Gidrometeoizdat, 233–256.

21. Mizuta, G., Y. Fukamachi, K. I. Ohshima, and M. Wakatsuchi, 2003: Structure and Seasonal Variability of the East Sakhalin Current. *Journal of Physical Oceanography*, **33** (11), 2430–2445, [https://doi.org/10.1175/1520-0485\(2003\)033<2430:SASVOT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(2003)033<2430:SASVOT>2.0.CO;2).
22. Moshenichenko, I. E., 1970: *Essays on the development of meteorology in the Far East*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 307 p.
23. Nelezin, A. D. and A. N. Manko, 1999: *Variability of the thermodynamic structure of waters in the northwestern part of the Pacific Ocean*. Vladivostok, Far Eastern University Press, 128 p.
24. Ono, K., K. I. Ohshima, M. Wakatsuchi, T. Kono, M. Itoh, K. Katsumata, and Y. N. Volkov, 2007: Water mass exchange and diapycnal mixing at Bussol' Strait revealed by water mass properties. *Journal of Oceanography*, **63** (2), 281–291, <https://doi.org/10.1007/s10872-007-0028-3>.
25. *Order of the Government of the Russian Federation* of September 24, 2020 No. 2464-r “On approval of the National Program for the Socioeconomic Development of the Far East for the period up to 2024 and for the future up to 2035.”
26. Ostrovskii, A. G., O. Y. Kochetov, V. V. Kremenetskiy, D. A. Shvoev, S. V. Volkov, A. G. Zatsepin, A. V. Olchev, M. V. Emelianov, N. M. Korovchinsky, and V. M. Olshanskiy, 2022: Automated Tethered Profiler for Hydrophysical and Bio-Optical Measurements in the Black Sea Carbon Observational Site. *Journal of Marine Science and Engineering*, **10** (3), <https://doi.org/10.3390/jmse10030322>.
27. Ostrovskii, A., D. Stepanov, D. Kaplunenko, J.-H. Park, Y.-G. Park, and P. Tishchenko, 2021: Turbulent mixing and its contribution to the oxygen flux in the northwestern boundary current region of the Japan/East Sea, April–October 2015. *Journal of Marine Systems*, **224**, 103619, <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2021.103619>.
28. Ostrovskii, A. G., A. G. Zatsepin, V. A. Soloviev, A. L. Tsibulsky, and D. A. Shvoev, 2013: Autonomous mobile hardware and software complex for vertical sounding of the marine environment at an anchored buoy station. *Oceanology*, **53** (2), 259, <https://doi.org/10.7868/S0030157413020147>.
29. Ostroukhov, A. V., and Yu. I. Shamraev, 1981: *Marine hydrometry*. Leningrad, Gidrometeoizdat, 447 p.
30. Panteleev, G. G., P. Stabeno, V. A. Luchin, D. A. Nechaev, and M. Ikeda, 2006: Summer transport estimates of the Kamchatka Current derived as a variational inverse of hydrophysical and surface drifter data. *Geophys. Res. Lett.*, **33**, L09609, <https://doi.org/10.1029/2005GL024974>.
31. Peregudin, A. S., 1976: Water and heat transfer in the active layer of the Sea of Okhotsk. *Proceedings of the Far Eastern Hydrometeorological Institute*, **62**, 174–183.
32. Pomazanova, N. P., 1970: Surface currents in the northern and eastern fishing areas of the Sea of Okhotsk in the summer months. *Proceedings of the Far Eastern Hydrometeorological Institute*, **30**, 94–104.
33. Prants, S. V., P. A. Fayman, M. V. Budyansky, and M. Y. Uleysky, 2022: Simulation of Winter Deep Slope Convection in Peter the Great Bay (Japan Sea). *Fluids*, **7** (4), 134, <https://doi.org/10.3390/fluids7040134>.
34. RD 52.10.842-2017. *Manual for hydrometeorological stations and posts*. Iss. 9: Hydrometeorological observations at sea stations and posts. Part 1. Hydrological observations at coastal stations and posts. Moscow, ITRK Publishing House, 375 p.
35. RD 52.10.895-2020. *Instructions for hydrometeorological stations and posts*. Iss. 9: Hydrometeorological observations at sea stations and posts. Part IV. Roadstead hydrometeorological observations.
36. RD 52.10.918-2022. *Regulations on secular oceanographic sections in the seas washing the shores of the Russian Federation* (approved by order of the Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring dated May 4, 2022, No. 181).

37. *Resolution of the Government of the Russian Federation* of April 15, 2014 No. 308 “On approval of the state program of the Russian Federation “Socio-economic development of the Far Eastern Federal District” (as amended on September 17, 2024)”.
38. *Resolution of the Government of the Russian Federation* of March 29, 2019 No. 377 “On approval of the state program of the Russian Federation “Scientific and Technological Development of the Russian Federation” (as amended on December 23, 2024).”
39. Roemmich, D., O. Boebel, Y. Desaubies, H. Freeland, B. King, P.-Y. LeTraon, R. Molinari, B. Owens, S. Riser, U. Send, K. Takeuchi, and S. Wijffels, 1999: ARGO: The Global Array of Profiling Floats. *CLIVAR Exchanges*, **4** (3), 4–5.
40. Rybalko, S. I. and G. V. Shevchenko, 2003: Seasonal and spatial variability of sea currents on the Sakhalin northeastern shelf. *Pacific Oceanography*, **1** (2), 168–178.
41. Secrest, R., 2024: World Ocean Circulation Experiment. Website *EBSCO Information Services*. <https://www.ebsco.com/research-starters/oceanography/world-ocean-circulation-experiment>.
42. Shevchenko, G. V., G. A. Kantakov, and V. N. Chastikov, 2005: Analysis of instrumental measurements of currents in the La Perouse Strait. *Izvestiya TINRO*, **140**, 203–227.
43. Shuntov, V. P., 2001: *Biology of the Far Eastern seas of Russia*: monograph. Vol. 1. Vladivostok, TINRO-center, 579 p.
44. Shuntov, V. P., 2016: *Biology of the Far Eastern seas of Russia*: monograph. Vol. 2. Vladivostok: TINRO-center, 796 p.
45. Shuntov, V. P. and O. S. Temnykh, 2013: Illusions and realities of the ecosystem approach to the study and management of marine and ocean biological resources. *Izvestiya TINRO*, **173**, 3–29.
46. Shvov, D. A., O. Yu. Kochetov, S. V. Volkov, and A. G. Ostrovskii, 2024: Autonomous probe-profiler “Vinci”. *Underwater research and robotics*, **4** (50), 67–77.
47. *Socio-economic profile of the Far East*, 2024: Moscow, Vostokgosplan, 36 p. https://www.mcbank.ru/wp-content/uploads/2024/10/Приложение-Социально-экономический-профиль-Дальнего-Востока-к-исходящие-по-списку-рассылки-_О-направ-1_compressed.pdf.
48. Sokov, A. V., N. A. Rimsky-Korsakov, and A. G. Ostrovskii, 2023: Technologies of oceanographic underwater research. *Marine equipment and technologies*, **2** (35), 14–39.
49. Stepanov, D., A. Diansky, and V. Fomin, 2018: Eddy energy sources and mesoscale eddies in the Sea of Okhotsk. *Ocean Dynamics*, **68**, 825–845.
50. Stepanov, D. V., N. A. Diansky, and V. V. Novotryasov, 2014: Numerical modeling of water circulation in the central part of the Sea of Japan and study of its long-term variability in the period 1958–2006. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics of the Atmosphere and Ocean*, **50** (1), 84–96.
51. Stepanov, D. V., 2017: Estimation of the baroclinic radius of Rossby deformation in the Sea of Okhotsk. *Meteorology and Hydrology*, **11**, 83–89.
52. Stepanov, D., V. Fomin, A. Gusev, and N. Diansky, 2022: Mesoscale dynamics and eddy heat transport in the Japan / East Sea from 1990 to 2010: a model-based analysis. *Journal of Marine Science and Engineering*, **10**, 33.
53. Stepanov, D. V., 2018: Mesoscale eddies and baroclinic instability over the eastern Sakhalin shelf of the Sea of Okhotsk: a model-based analysis. *Ocean Dynamics*, **68**, 1353–1370.
54. Stepanov, D. V., A. G. Ostrovskii, and A. Yu. Lazaryuk, 2023: Diapycnal mixing and differential diffusion over the continental slope in the northern part of the Sea of Japan in the warm half-year. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics of the Atmosphere and Ocean*, **59** (5), 649–660, <https://doi.org/10.31857/S0002351523050103>.
55. Stepanov, D., A. Ostrovskii, E. Ryzhov, and A. Lazaryuk, 2024: Shear-driven vertical mixing and turbulent exchange over the continental slope in the northwestern Sea of Japan. *Ocean Dynamics*, **74**, 919–934, <https://doi.org/10.1007/s10236-024-01639-2>.

56. Supranovich, T. I., G. I. Yurasov, and G. A. Kontakov, 2001: Non-periodic currents and water exchange in the La Perouse Strait. *Meteorology and Hydrology*, **3**, 80–84.
57. Tanaka, I. and A. Nakata, 1999: Results of direct current measurements in the La Perouse Strait (the Soya Strait), 1995–1998, *PICES Scientific Report*, **12**, 173–176.
58. *The World Ocean Circulation Experiment (WOCE) 1990–2002*. Website: <https://web.archive.org/web/20090417055821/http://www.noc.soton.ac.uk/OTHERS/woceipo/ipo.html>.
59. Tiguntsev, L. A., 1976: Transfer of Pacific waters through the northern part of the Bering Sea. *Proceedings of the Arctic and Antarctic Research Institute*, **319**, 164–174.
60. Vasiliev, A. S. and F. F. Khrapchenkov, 1998: Seasonal variability of water circulation and water exchange between the Sea of Okhotsk and the Pacific Ocean. *Meteorology and Hydrology*, **6**, 59–67.
61. Yurasov, G. I. and V. G. Yarichin, 1991: *Currents of the Sea of Japan*. Vladivostok: Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences, 176 p.
62. Zilberman, N. V., V. Thierry, B. King, M. Alford, X. Andre, K. Balem, N. Briggs, Zh. Chen, C. Cabanes, L. Coppola, G. Dall’Olmo, D. Desbruyères, D. Fernandez, A. Foppert, W. Gardner, F. Gasparin, B. Hally, Sh. Hosoda, G. C. Johnson, T. Kobayashi, A. Le Boyer, W. Llovel, P. Oke, S. Purkey, E. Remy, D. Roemmich, M. Scanderbeg, Ph. Sutton, K. Walicka, L. Wallace, and E. M. van Wijk, 2023: Observing the full ocean volume using Deep Argo floats. *Frontiers in Marine Science*, **10**, <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1287867>.

Submitted 06.03.2025, accepted 28.05.2025.

For citation: Shakirov, R. B., P. A. Fayman, E. I. Stasyuk, V. A. Luchin, E. A. Petrova, P. A. Salyuk, D. V. Stepanov, and I. S. Solonets, 2025: Oceanological observations in the Far Eastern seas (coastal and deep water areas) – status, problems, proposals for implementation. *Journal of Oceanological Research*, **53** (2), 195–227, [https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2025.53\(2\).10](https://doi.ocean.ru/10.29006/1564-2291.JOR-2025.53(2).10).