

Особенности океанологических условий 2018 г.
в основных промысловых районах работы
Российского флота

УДК 551.46.07:629.783 (265.54)

**Результаты океанологического мониторинга
северо-западной части Японского моря в 2018 г.****Б. С. Дьяков**

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), г. Владивосток

E-mail: bsdyakov@mail.ru

В настоящей работе на основе глубоководных океанографических наблюдений и данных о температуре поверхности моря проведено исследование термохалинных и динамических условий Южного Приморья и открытых вод северо-западной части Японского моря весной и летом 2018 г. Выявлены особенности океанологической структуры, сделаны оценки состояния и режима вод. В открытых водах северо-западной части Японского моря наблюдались антициклонические вихри. Показаны главные составляющие циркуляции вод, выделены роли Приморского и Западно-Сахалинского течений. Расширено представление о структуре и природе Приморского течения. Показано, что в вертикальной структуре вод залива Петра Великого (апрель) и западной части Татарского пролива (июнь) существовали придонный и подповерхностный холодные слои. В водах Южного Приморья в мае эти слои не наблюдались. На основе данных о средней температуре подповерхностного слоя 50–200 м, как критерия оценки термического режима вод северо-западной части Японского моря, а также учитывая факт меридионального смещения вихревых структур установлено, что в исследуемый год термический режим моря может быть отнесён к тёплому типу.

Ключевые слова: Японское море, Южное Приморье, течения, структура, разрез, температура, солёность, придонный и подповерхностный слои, термический режим, антициклонические вихри.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-180-5-22

ВВЕДЕНИЕ

Японское море есть внутреннее море Тихого океана с характерными для таких морей океанографическими и биологическими процессами и своеобразными условиями

образования глубинных вод и их физических свойств [Леонов, 1960].

В настоящее время возрос интерес к изучению океанологии Японского моря, поскольку ожидается массовый подход и воз-

Дьяков Борис Степанович (15.09.1944 - 07.07.2019) окончил Дальневосточный государственный университет по специальности «Океанология». В ТИНРО работал с 1978 г., сначала в лаборатории космических методов исследования океана, а с 1986 г. – промысловой океанографии, занимался изучением гидрологии дальневосточных морей. Был участником 10 морских экспедиций в Японское, Берингово моря и северо-западную часть Тихого океана, где активно собирал и обрабатывал океанологические материалы. В 2008 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Пространственно-временные изменения гидрологических условий в Японском море». На основании исследований представлял прогнозы гидрометеорологической обстановки по Японскому морю. Результаты исследований опубликованы более чем в 80 научных трудах.

рождение промысла дальневосточной сардины. Ранее катастрофическое падение её промысла многие исследователи связывали как с глобальными климатическими изменениями гидрометеорологических условий, так и с «волнами» численности. По мнению учёных ВНИРО [Булатов и др., 2017], в ближайшее десятилетие не ожидается массовых подходов дальневосточной сардины, поскольку не прогнозируется снижение температуры воды в северо-западной части Тихого океана. Тем не менее, остаётся необходимость слежения за состоянием водной среды и гипотетической возможностью появления дальневосточной сардины. В связи с этим цель данной работы — провести мониторинг состояния вод северо-западной части Японского моря в 2018 г. и выявить его особенности. Настоящая работа является продолжением предыдущей — мониторинга океанологических условий в северо-западной части Японского моря в 2015–2017 гг. [Дьяков, Матвеев, 2017].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В статье использовались океанографические материалы следующих научно-исследовательских рейсов «ТИНРО» в 2018 г. в северо-западной части Японского моря:

– съёмка в водах российского Южного Приморья (залив Петра Великого — мыс Поворотный — мыс Золотой — западная часть Татарского пролива) в апреле-июне, зондирования выполнялись до дна по свалу глубин до изобаты 700 м (рис. 1А);

– измерения температуры и солёности до глубины 200 м в северо-западной части Японского моря в августе (рис. 1Б);

– измерения температуры и солёности на стандартных океанографических разрезах «Сангарский» и «132° в. д.» при глубине зондирования 500 м.

При интерпретации водных масс Японского моря допускается, что северная японская водная масса представляет собой систему холодных вод Приморского и Южно-Приморского течений. Солёность Приморского течения в поверхностном слое 50–100 м всегда ниже 34‰ [Данченков,

2003]. Тихоокеанская водная масса отличается максимумом солёности в поверхностном слое зимой и в подповерхностном — летом. Признаком глубинной водной массы Японского моря может быть температура воды, которая всегда ниже 1 °С, солёность при этом изменяется в пределах 34,06–34,09‰ [Леонов, 1960; Радзиховская, 1961; Лучин, Манько, 2003]. За критерий изменчивости теплосодержания вод в северо-западной части Японского моря принята средняя (средневзвешенная) температура подповерхностного слоя 50–200 м на стандартном разрезе «Сангарский», которая вычислена по методу Зубова Н.Н. [1926]. Расчёт геострофических течений, скоростей и расходов на разрезах осуществлялся по программе «Обозреватель», которая разработана лабораторией промысловой океанографии АтлантНИРО (авторы: О.А. Беринский, А.В. Зимин, В.Н. Шнар).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Океанологические условия в водах залива Петра Великого, Южного Приморья и западной части Татарского пролива весной 2018 г.

Исследования выполнялись в апреле-июне 2018 г. в водах залива Петра Великого, Южного Приморья и западной части Татарского пролива вдоль азиатского материка на расстоянии 20–30 миль от побережья. Зондирование велось от малых глубин шельфа (20–50 м) до относительно больших глубин континентального склона (500–600 м). Съёмка отличалась большой широтной протяжённостью (42°20′–54°00′ с. ш.) и продолжительным временным интервалом её выполнения. Поэтому предполагается целесообразным при анализе океанологических условий рассматривать отдельно три региональных физико-географических района: залив Петра Великого (станции № 1–93, 20 апреля — 9 мая), Южное Приморье (станции № 94–156, 10–28 мая) и западная часть Татарского пролива (станции № 157–236, 29 мая — 17 июня) (рис. 1А).

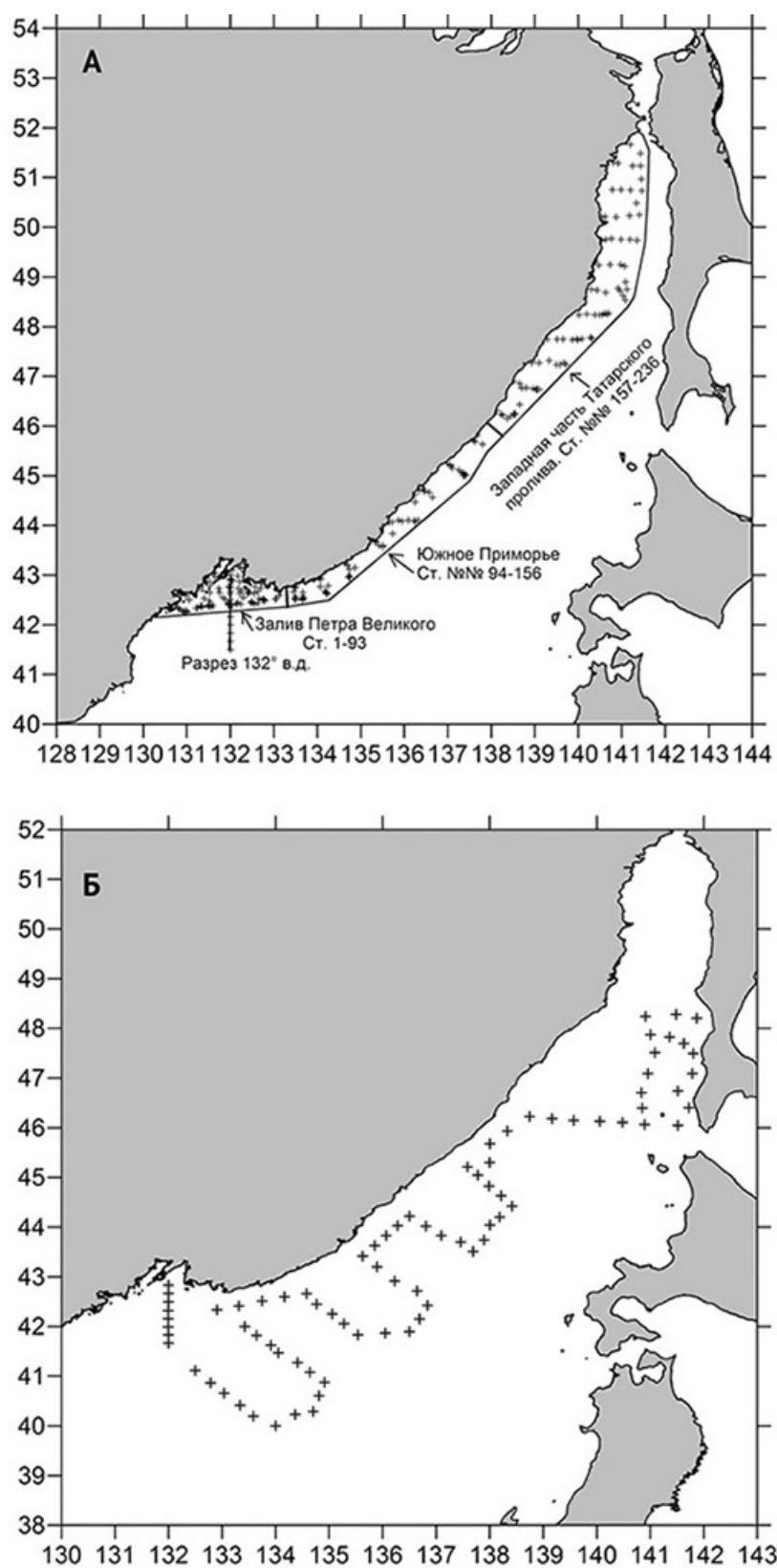


Рис. 1. Схемы океанографических станций в северо-западной части Японского моря в апреле-июне (А) и августе (Б) 2018 г.

*Залив Петра Великого
(конец апреля-начало мая)*

Температура на глубине 10 м изменялась от +2 до +5 °С, а солёность — в пределах 33,7–33,9‰. Следует учесть, что съёмка в заливе Петра Великого выполнялась в течение 20 суток. Представляет интерес картина термохалинных характеристик на придонном горизонте (рис. 2). Здесь на большей части залива отмечена область с отрицательными температурами –0,5 — –1,0 °С, которая образовалась вследствие зимнего охлаждения акватории — суровости прошедшей зимы. Солёность этой области весьма однород-

ная — 33,85–33,90‰. Существование холодной области на придонном горизонте залива Петра Великого в последней декаде апреля — начале первой декады мая 2018 г. стало характерной особенностью его термического режима. Это явление, видимо, носит квазипостоянный характер и отличается только величиной (размером) холодного пятна. Такое холодное пятно, но меньшей величины, наблюдалось в апреле 2015 г.

Приморское течение (на динамическом разрезе по 132° в. д.) отмечалось у свала глубин залива Петра Великого. На морской части акватории залива оно высту-

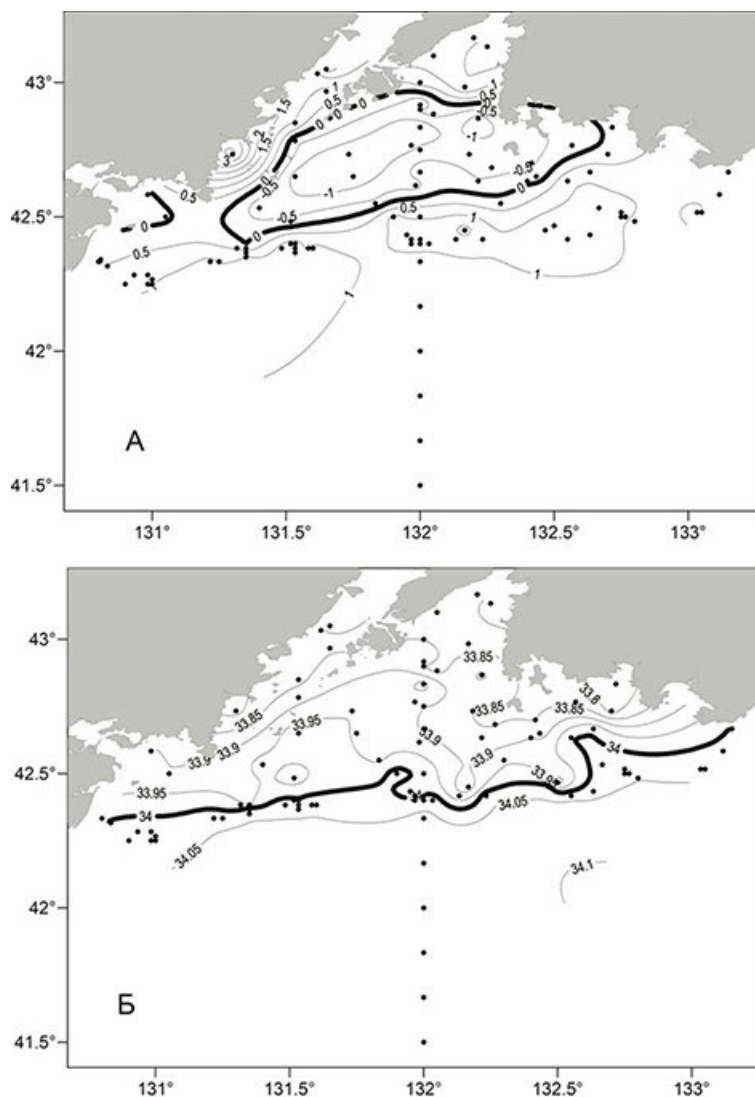


Рис. 2. Температура (А) и солёность (Б) на придонном горизонте залива Петра Великого 20 апреля — 9 мая 2018 г.

пало единственным устойчивым звеном горизонтальной циркуляции. Основной поток Приморского течения всегда придерживался кромки материкового шельфа. Геострофические скорости течения западного направления у свала глубин имели устойчивый характер и были тождественны Приморскому течению, которое отмечалось до глубин 300–400 м. Кроме того, обработка разреза «132° в. д.» позволила оценить типы термического режима залива Петра Великого и прилегающих вод: слой 0–50 м — «холодный», а слои 50–200 и 0–200 м — «норма». Тепловой режим вод района залива Петра Великого и прилегающих вод определяется в большой степени влиянием Сибирского антициклона зимой и Дальневосточной депрессии весной и летом. Отрицательные аномалии температуры в поверхностном слое 0–50 м в этот период подтверждены также картами распределения поверхностной температуры, которые построены по японским данным. В мае аномалии температуры, например, достигали -2°C .

Воды Южного Приморья (мыс Поворотный — широта мыса Крильон) в мае

Температура воды на 10-метровом горизонте изменялась в пределах $4-6^{\circ}\text{C}$, а колебания солёности составили 33,50–33,90‰. Солёность закономерно уменьшалась по направлению к Татарскому проливу, но увеличивалась в мористую часть. На придонном горизонте колебания термохалинных показателей малы (рис. 3). Так, температура воды находилась в интервале $+1 - +2^{\circ}\text{C}$, а солёность равнялась 33,90–34,00‰. У побережья Южного Приморья отмечена прослойка тёплых вод — более $+2^{\circ}\text{C}$.

Судя по литературным данным, Приморское течение может наблюдаться над шельфом и материковым склоном Южного Приморья цепью мезомасштабных антициклонических вихрей [Пономарёв и др., 2011]. По судовым данным — потоками или циклоническими и антициклоническими вихрями в системе вод Приморского и Южно-Приморского течений. В силу изменчивости климато-океанологических условий,

под влиянием термодинамических причин Приморское течение имело двойственную природу — непрерывную и дискретную. В первом случае оно существовало в форме потока или струй, отходящих от побережья, во втором — распространялось, главным образом, с помощью вихревых образований. В исследуемый период (весной 2018 г.) Приморское течение регистрировалось на спутниковых изображениях поверхности моря. Воды Приморского течения и его противотечения — Южно-Приморского, формировали в северо-западной части Японского моря систему вод — северную японо-морскую водную массу или водную массу Приморского течения.

Колебания термодинамической структуры Приморского течения опосредованно могут влиять на степень поведения и распределения биологических объектов. Так, ареалы приморской популяции терпуга и южноприморской популяции минтая сформированы под воздействием Приморского течения и подвержены соответствующей межгодовой и сезонной изменчивости. Одна из субпопуляций приморской популяции терпуга постоянно расположена в зоне влияния Приморского течения [Вдовин и др., 2004].

Воды западной части Татарского пролива в первой половине июня

Температура воды на горизонте 10 м изменялась от побережья в мористую часть в пределах $+4 - +8^{\circ}\text{C}$, а солёность — 32,30–33,30‰. На придонном горизонте в юго-западной части исследуемого района температура воды равнялась $+1 - +2^{\circ}\text{C}$ (как и на придонном горизонте Южного Приморья), а солёность возрастала от побережья в мористую часть от 33,40 до 34,00‰ (рис. 4А, Б). Заметим, что на придонном горизонте температура воды понижалась до 0°C в северной части исследуемого района (рис. 4А). Это очаг холодной воды в этом районе Татарского пролива или проекция холодного промежуточного слоя на придонный горизонт. Область холодной воды в период апрель-июнь сохранилась только у дна

в заливе Петра Великого (апрель) и северо-западной части Татарского пролива (июнь). Кроме того, разрезы температуры показали также наличие холодного подповерхностного слоя в исследуемой части Татарского пролива (рис. 4В).

Циркуляция вод в западной части пролива носила вихревой характер (рис. 4Г).

В северной части пролива наблюдался циклонический круговорот. Его западное звено можно интерпретировать как течение Шренка, которое являлось северным звеном Приморского течения. Известно, что в тёплые годы Приморское течение поддерживалось стоком вод из Татарского пролива.

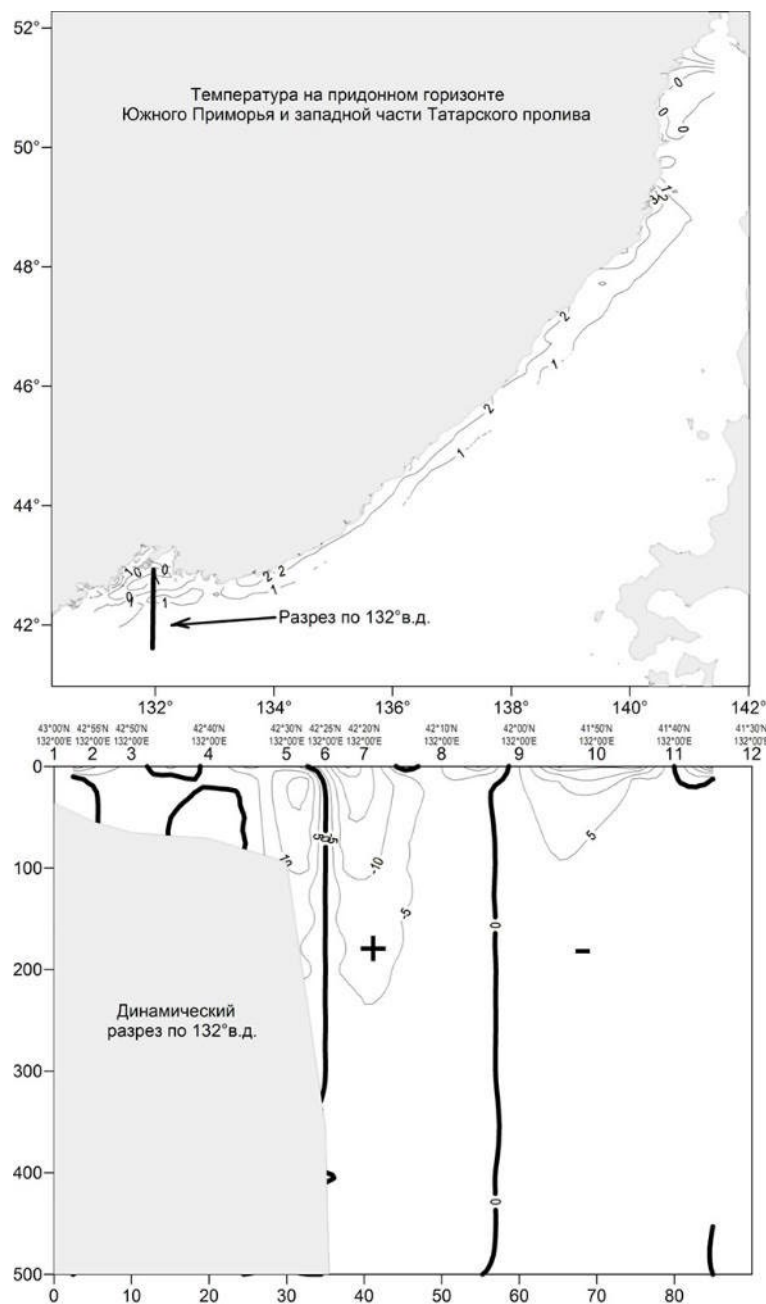


Рис. 3. Температура воды на придонном горизонте Южное Приморье — западная часть Татарского пролива в апреле-июне 2018 г. (А) и динамический разрез (см/с) по 132° в. д. в мае 2018 г. (Б)

Знак плюс — течение направлено на запад, минус — на восток

*Вертикальная термохалинная
структура вод залива Петра
Великого, Южного Приморья
и Татарского пролива в апреле–мае*

Для мелководного района залива Петра Великого свойственна вертикальная структура вод с придонным холодным слоем, ко-

торый занимал глубины 60–80 м (рис. 5А). На глубоководных станциях залива Петра Великого вертикальная структура имела сходный характер со структурой вод Южного Приморья. В водах Южного Приморья этот слой отсутствовал, поскольку он размывался вследствие гидродинамических при-

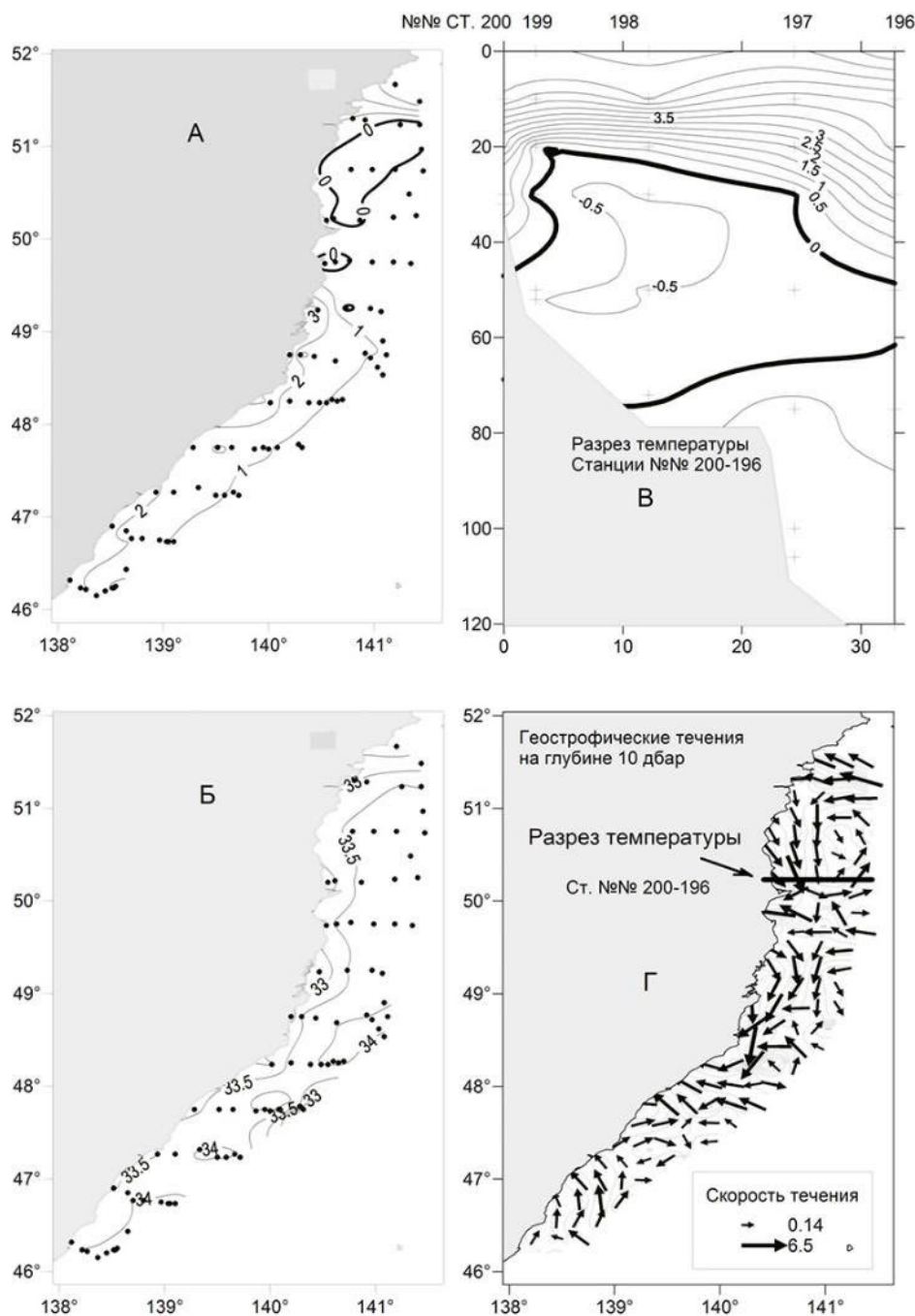


Рис. 4. Океанологические условия в западной части Татарского пролива в июне 2018 г.:

А и Б — температура и солёность на придонном горизонте, В — геострофические течения на глубине 10 дбар, Г — разрез температуры по 50°12' с. ш.

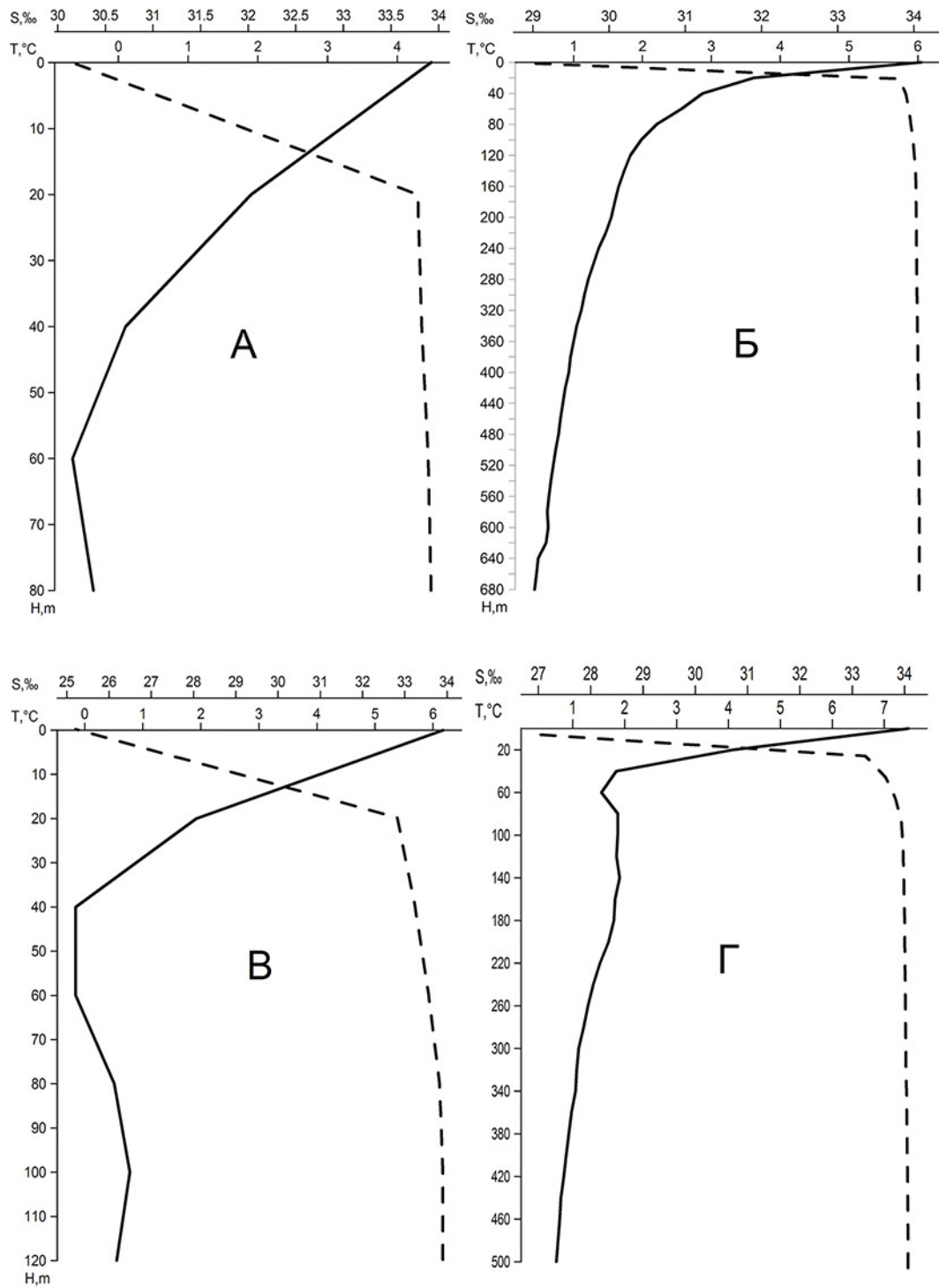


Рис. 5. Типы вертикальной структуры вод в Японском море в районах Южного Приморья и западной части Татарского пролива в апреле-июне 2018 г.:

А, В — мелководные районы залива Петра Великого и северной части Татарского пролива; Б — глубоководный район залива Петра Великого и Южное Приморье; Г — глубоководный район западной части Татарского пролива. Сплошная линия — температура, штриховая — солёность

чин (рис. 5Б). В северной мелководной части Татарского пролива существовал холодный подповерхностный слой на глубинах 40–60 м (рис. 5В). На глубоководных станциях в Татарском проливе вертикальной структуре свойственен слабый холодный подповерхностный слой на глубинах 30–70 м (рис. 5Г). Таким образом, вертикальная структура вод весной в заливе Петра Великого и Татарском проливе являлась функцией глубины. Следует заметить, что стратификация вод в Японском море носит сезонный (временный) характер и исчезает летом. В Татарском проливе холодный подповерхностный слой в отдельные годы может сохраняться и летом [Истошин, 1960]. Исследуемый район в апреле-июне занимали северная япономорская и глубинная водные массы [Дьяков, Матвеев, 2017].

Океанологические условия в северо-западной части Японского моря в августе 2018 г.

Океанологические структуры и циркуляция вод

Зондирование вод в северо-западной части Японского моря осуществлялось 11–30 августа до глубины 200 м. Сезонный термоклин (галоклин) занимал слой 10–30 м. Ниже него был обнаружен крупный антициклонический вихрь с центральными координатами 43°25' с. ш., 137°50' в. д. Термохалинные характеристики вихря представлены на рис. 6–7А. В области этого вихря аномалия температуры на горизонте 100 м достигала 7 °С (рис. 6–7). Вихрь также прослеживался и по высокой солёности (34,20‰) в центральной части. Антициклонический вихрь представлял собой вторжение тихоокеанских вод системы Восточно-Корейского и Цусимского течений в северо-западную часть Японского моря. По данным космических наблюдений, в 2018 г. это вторжение осуществлялось в меридиональном направлении, что служило признаком гидродинамики вихревых структур «тёплых» лет.

Ещё один антициклон был отмечен на широте мыса Крильон (46°04' с. ш., 140°54' в. д.). Он хорошо просматривался по

термохалинным характеристикам, особенно по солёности (рис. 6–7). Наблюдался этот антициклонический вихрь также ниже сезонного термоклина и, особенно, галоклина, выделяясь ядром высокой солёности (34,16‰). Вихрь имел квазипостоянную дислокацию. Его природа — деформация потока Цусимского течения под влиянием скорости и топографии дна.

Таким образом, в августе циркуляция вод в открытых водах северо-западной части Японского моря состояла из серии циклонических и антициклонических вихрей (рис. 8А). Приморское течение — это западные звенья циклонических круговоротов. Вдоль побережья Западного Сахалина наблюдалось Западно-Сахалинское холодное течение, которое в сравнении с Сахалинским, имеет более высокую солёность. Кроме того, солёная вода поступает в Западно-Сахалинское течение из квазистационарного вихря, который находится около острова Хоккайдо. На динамическом разрезе по широте мыса Крильон просматривался мощный поток северного направления, который образовался вследствие интенсификации Южно-Приморского и северной ветви Цусимского течений. Воды последних различались по солёности Т, S-кривыми северной япономорской и тихоокеанской водных масс (рис. 8Б).

На динамических разрезах через антициклонические вихри перепад скоростей составил 10–14 см/с. Это трансформированные воды Восточно-Корейского и Цусимского течений (рис. 9). Поток южного направления около побережья Западного Сахалина идентифицировался как холодное Западно-Сахалинское течение — это трансформированные воды северной ветви Цусимского течения повышенной солёности. Солёность Западно-Сахалинского течения соизмерима с солёностью северной ветви Цусимского течения. Западно-Сахалинское течение является продолжением северной ветви Цусимского течения в юго-западной части Татарского пролива. Его истоки — слияние, трансформация и поворот на восток части вод северной ветви Цусимского течений. Поэтому Западно-Сахалинское течение не-

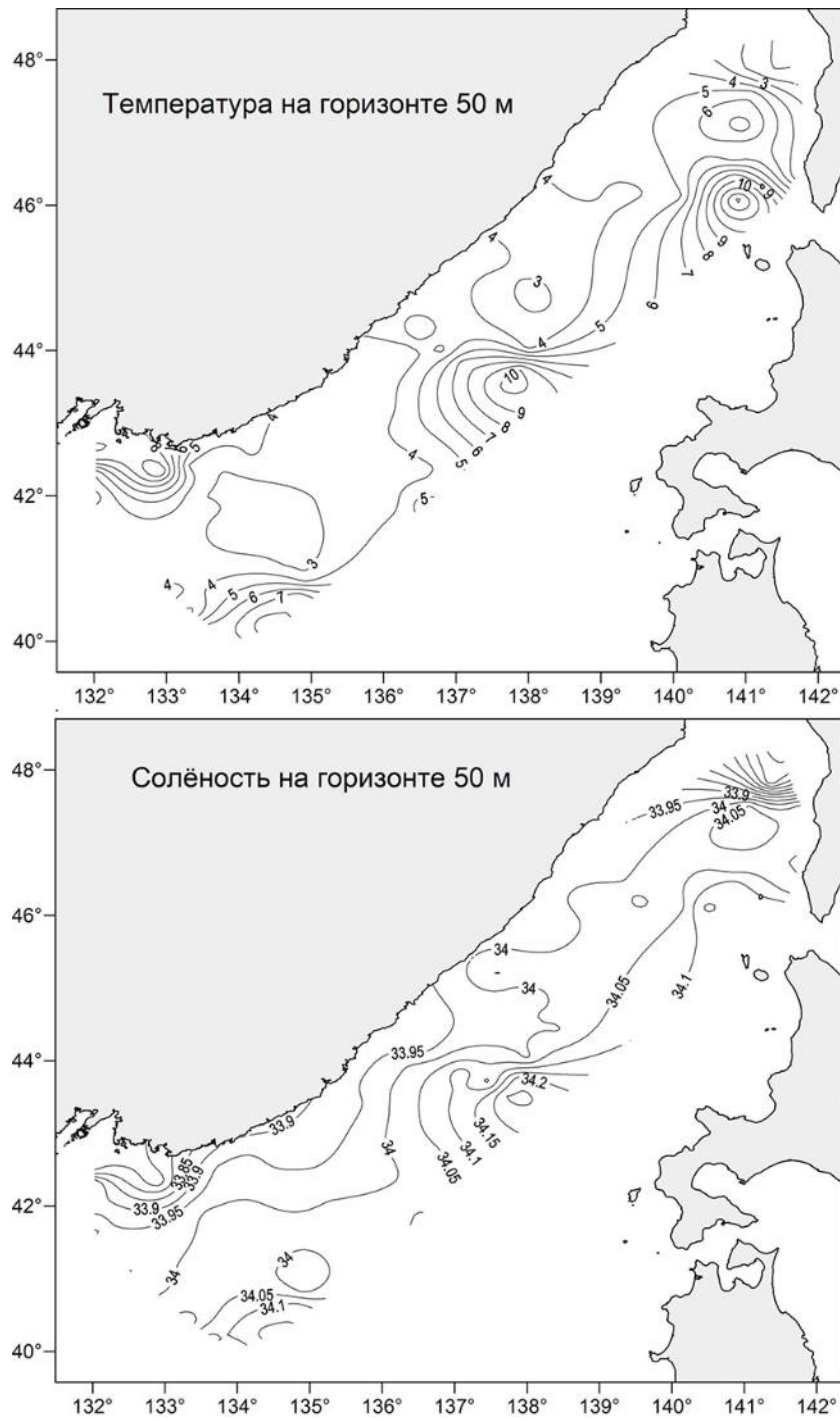


Рис. 6. Термохалинные характеристики на горизонте 50 м в северо-западной части Японского моря 11–30 августа 2018 г.

сёт холодные воды повышенной солёности. Это течение распространено в Татарском проливе в тёплые годы (каким явился 2018 г.), в районе Юго-Западного Сахалина с последующим выходом через пролив Лаперуза в Охотское море. Сахалинское тече-

ние, напротив, берёт свои истоки в крайней северной части Татарского пролива и распространяется вдоль западного побережья Сахалина на юг. Это течение холодных, но малосолёных вод Татарского пролива. Сахалинское течение, в основном, доминирует

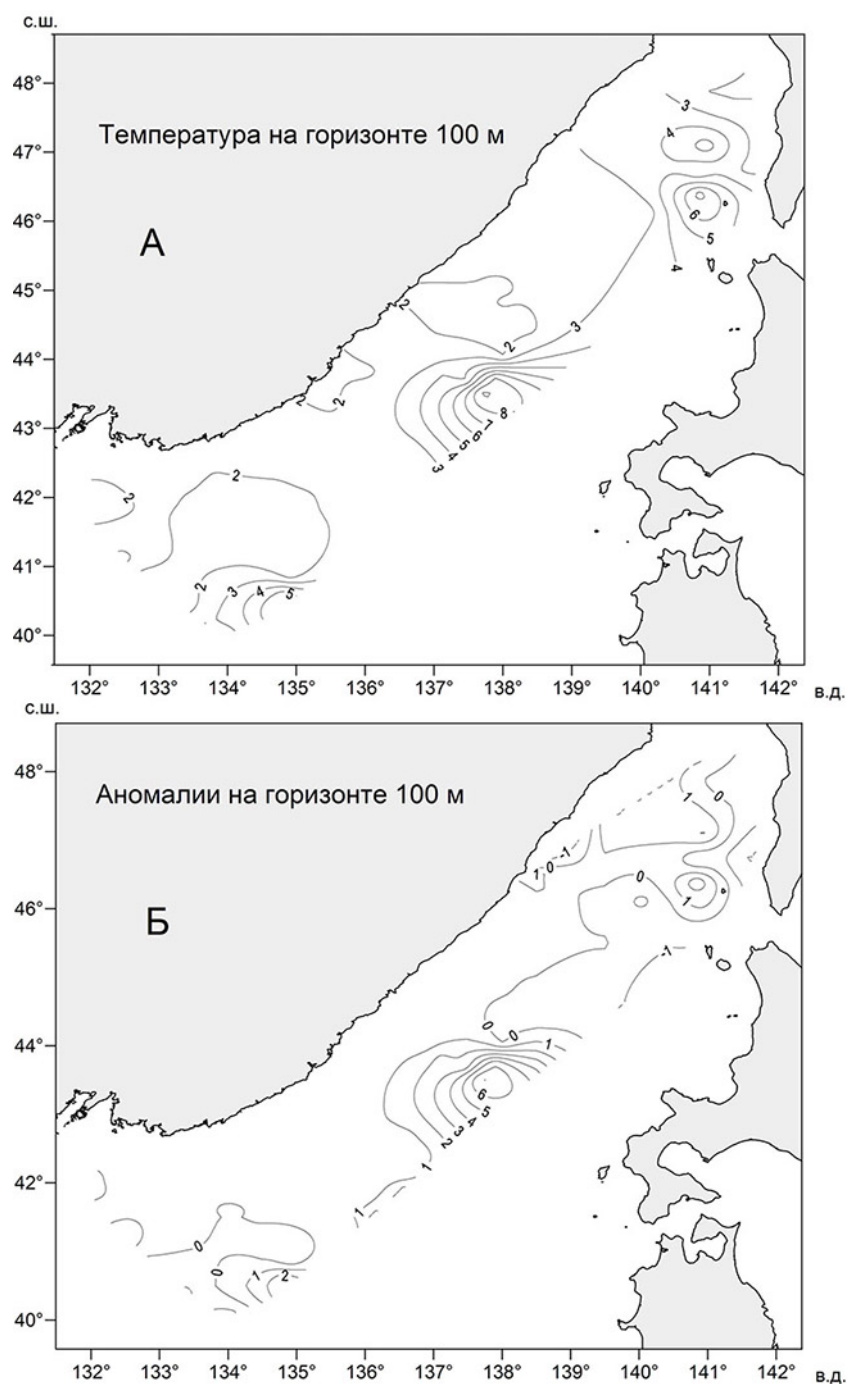


Рис. 7. Температура воды на горизонте 100 м (А) и её аномалии (Б) в северо-западной части Японского моря 11–30 августа 2018 г.

в Татарском проливе в холодные годы, выходит в Охотское море также через пролив Лаперуза. Обобщённая схема океанологических структур и геострофических течений представлена на рис. 10.

Приморское течение обозначалось вдоль Южного Приморья на динамических картах,

а в заливе Петра Великого — на динамическом разрезе по 132° в. д. А также просматривалось на спутниковых изображениях поверхности моря. Как отмечено выше, по данным спутниковых наблюдений в Японском море доминировали меридиональные потоки тёплых вод на север, которые обычно

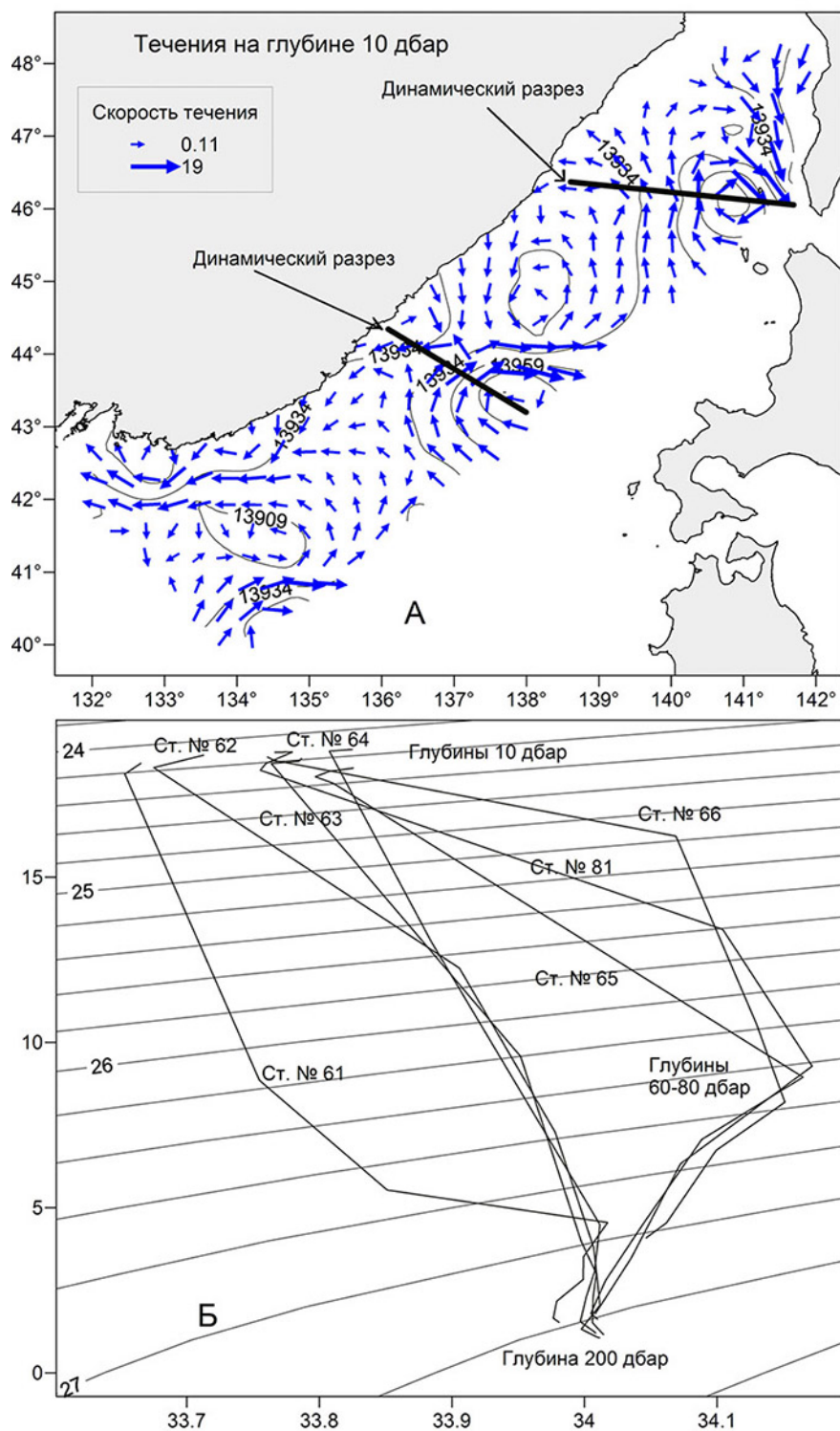


Рис. 8. Геострофические течения (см/с) на глубине 10 дбар (А) и Т, S-кривые на разрезе по широте мыса Крийльон (Б) в северо-западной части Японского моря 11–30 августа 2018 г.

наблюдались в периоды тёплых лет [Елизаров, Котенёв, 1989]. Таким образом, в августе 2018 г. в северо-западной части Японского

моря характер циркуляции свидетельствовал о тёплом типе года. Кроме того, океанологические наблюдения в северо-западной

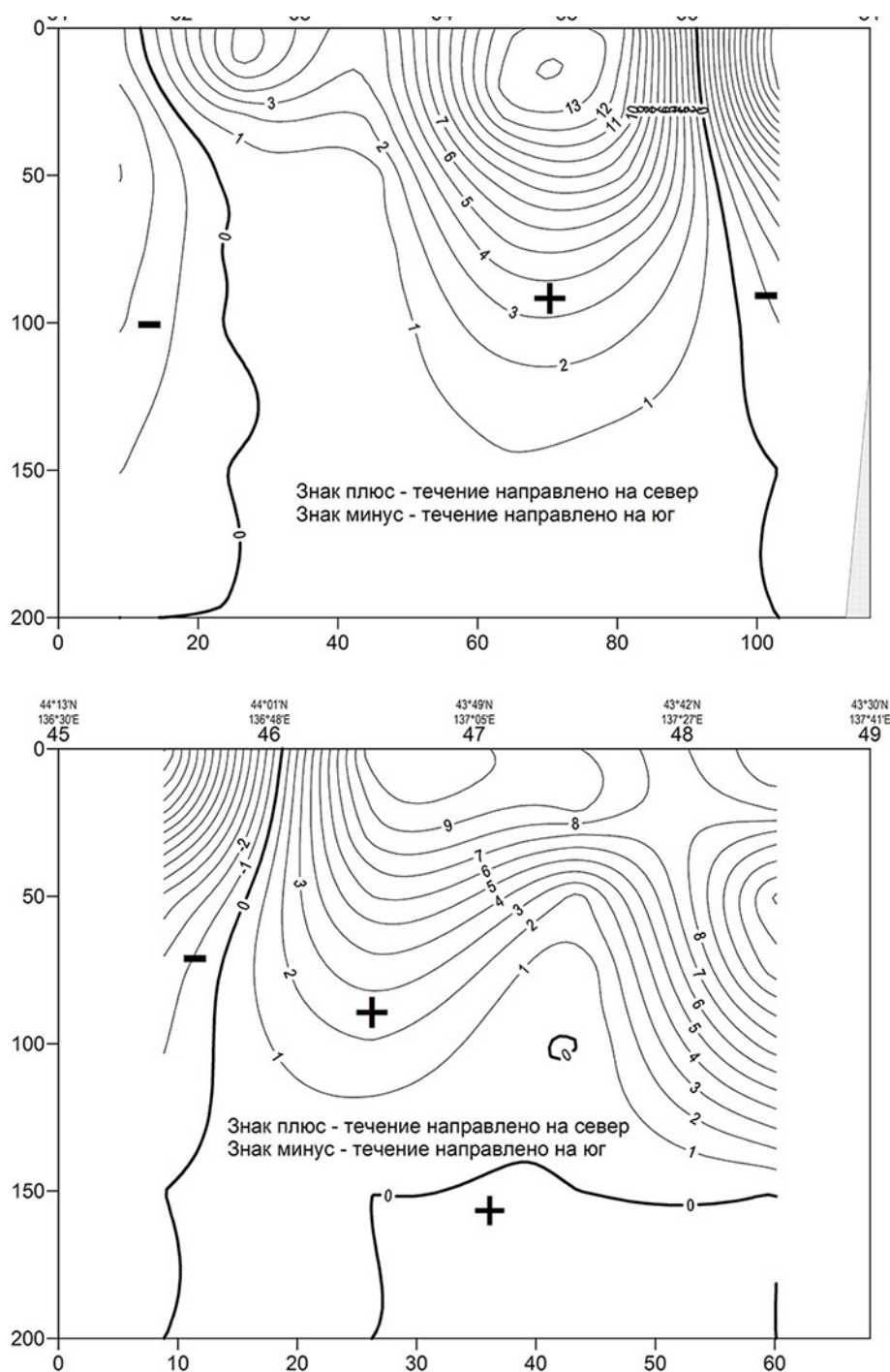


Рис. 9. Динамические разрезы через антициклонические вихри в северо-западной части Японского моря. Вверху — разрез по широте мыса Крильон, внизу — по $43^{\circ}50'$ с.ш. Дислокация разрезов и вихрей показана на рис. 8. Скорость в см/с

части Японского моря на стандартных разрезах показали, что в подповерхностном слое 50–200 м сохранилась температура выше нормы, свойственная для тёплых лет.

Аномалии температуры воды в Японском море по судовым и модельным данным

По судовым данным в северо-западной части Японского моря в поверхностном (10 м) и в подповерхностном (100 м) слоях

в августе регистрировались высокие положительные аномалии температуры воды в области антициклонического вихря. В целом в районе северо-западной части моря наблюдались положительные аномалии на поверхности и нулевые на подповерхностных глубинах. В водах Японии аномалии температуры имели отрицательный знак.

Анализ поверхностных карт аномалий температуры Японского моря, построенных по данным Японского метеорологического агентства, показал следующее. В апреле-июне 2018 г. отмечались положительные аномалии температуры в южной части Татарского пролива. В январе в северо-западной части Японского моря отмечались, преимущественно, нулевые аномалии температуры. В феврале-июле в западной части Японского моря, включая юго-западную часть зоны Российской Федерации и воды южнее залива Петра Великого, доминировали отрица-

тельные аномалии температуры, от $-0,5$ до $-1,5$ °С.

В августе-сентябре в Японском море получили распространение, главным образом, нулевые аномалии, либо не превышающие $+0,5$ °С. В октябре-ноябре в северной части Японского моря они повысились до $+1$ — $+2$ °С.

Отрицательные аномалии температуры в северо-западной части Японского моря в районе Южного Приморья и в водах, прилегающих к заливу Петра Великого, обусловлены влиянием Дальневосточной депрессии и Охотского антициклона. В годовом ходе температуры заметны два периода с противоположными гидрометеорологическими условиями на поверхности моря — январь-июль и август-ноябрь 2018 г.

В Татарском проливе ледовитость зимой (январь-февраль) была выше нормы примерно на 10%, как и в предыдущем году,

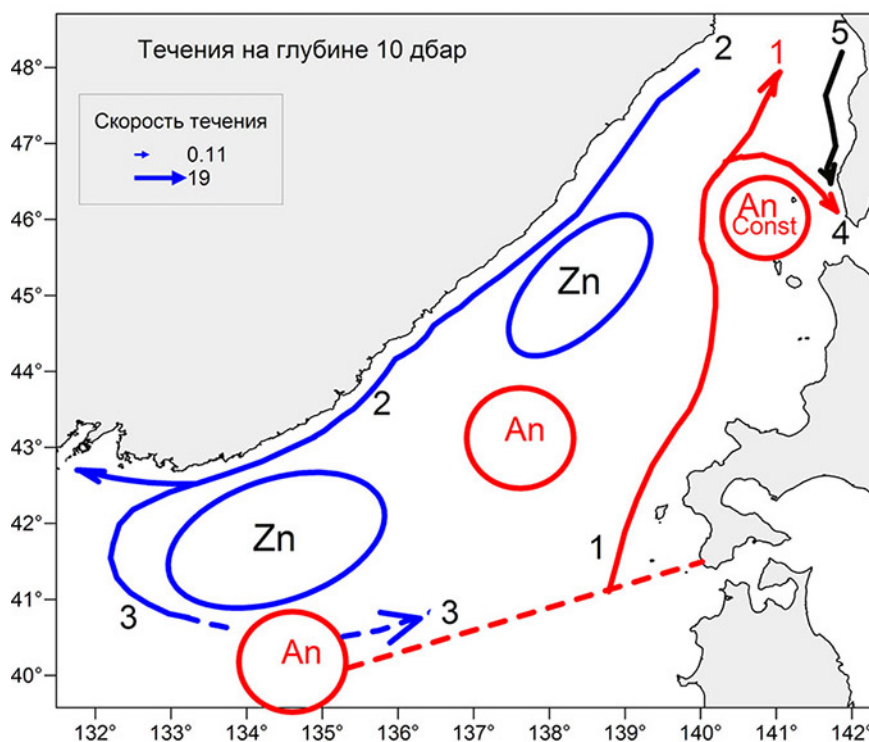


Рис. 10. Обобщённая схема океанологических структур и геострофических течений вод в северо-западной части Японского моря 11–30 августа 2018 г.:

- 1 — Северная ветвь Цусимского течения, 2 — Приморское течение, 3 — Южно-Приморское, 4 — Западно-Сахалинское, 5 — Сахалинское, Zn — циклонический вихрь, An — антициклонический, Const — антициклонический вихрь квазипостоянной дислокации

и обусловлена интенсивностью Сибирского антициклона в северной части Японского моря в зимний сезон.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мониторинг океанологических условий в северо-западной части Японского моря в 2018 г. показал следующие результаты.

– Ледовитость Татарского пролива в январе-марте была выше нормы на 10%. Это вызвано высокой интенсивностью Сибирского антициклона в декабре-феврале.

– В январе-июле 2018 г. в поверхностных водах Южного Приморья и прилегающих к заливу Петра Великого, наблюдались отрицательные аномалии температуры воды. Они обусловлены влиянием Дальневосточной депрессии и Охотского антициклона и выносом на Приморье холодных воздушных масс. В августе-ноябре в северо-западной части Японского моря доминировали нулевые и положительные аномалии температуры в связи с усилением южной муссонной составляющей.

– В августе на глубине 100 м отмечались, преимущественно, нулевые аномалии температуры, кроме области антициклонического вихря. Здесь они изменялись от +1 до +6 °С. Мористее восточной границы экономической зоны Российской Федерации знак аномалии температуры воды становился отрицательным.

– В придонных слоях залива Петра Великого в апреле и в северо-западной части Татарского пролива в июне наблюдались отрицательные аномалии температуры воды как следствие зимнего охлаждения. Кроме того, в глубоководных частях этих районов наблюдался холодный подповерхностный слой на глубинах 60–70 м.

– В апреле-июне Приморское течение распространялось вдоль Южного Приморья разнонаправленными потоками и завихрениями и прослеживалось, в том числе и по материалам космических съёмок, вдоль свала глубин Южного Приморья (и залива Петра Великого на разрезе 132° в. д.).

– В августе в северо-западной части Японского моря (зона Российской Федерации) доминировали вихревые образования.

Приморское течение распространялось звеньями западных циклонических круговоротов и начиналось в крайней северной части Татарского пролива как течение Шренка. В юго-восточной части Татарского пролива отмечено холодное Западно-Сахалинское течение.

– На основании данных о меридиональном смещении антициклонических вихрей и анализа критерия оценки термического режима вод северо-западной части Японского моря (средней температуры подповерхностного слоя 50–200 м) было установлено, что в исследуемый год термический режим моря может быть отнесён к тёплому типу.

– Допускаем, что такие промысловые объекты, как дальневосточная сардина и скумбрия относятся к «холодолюбивым видам рыб» [Давыдова, 2004], а их высокая численность может отождествляться со стабильными холодными климато-океанологическими условиями («эпохами») в дальневосточных морях и северо-западной части Тихого океана.

– В 2018 г., как и в предыдущие годы, наблюдались «стабильные тёплые термические условия», неблагоприятные для воспроизводства минтая, дальневосточной сардины и скумбрии.

ЛИТЕРАТУРА

- Булатов О.А., Котенёв Б.Н., Кровнин А.С. 2016. О перспективах новой «сардинной эпохи» в северо-западной части Тихого океана // Вопросы рыболовства. Т. 17. № 4. С. 385–405.
- Вдовин А.Н., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. 2004. Основные результаты исследований рыб морского прибрежного комплекса Приморья // Известия ТИНРО. Т. 138. С. 168–190.
- Давыдова С.В. 2004. Динамика численности основных массовых эпипелагических видов рыб в Японском море во второй половине XX века и факторы, её обуславливающие // Известия ТИНРО. Т. 137. С. 119–143.
- Дьяков Б.С., Матвеев В.И. 2017. Результаты мониторинга океанологических условий в северо-западной части Японского моря в 2015–2017 гг. // Труды ВНИРО. Т. 169. С. 72–91.
- Зубов Н.Н. 1926. Средние температуры гидрологической станции и гидрологического разреза // Записки по гидрографии. Т. 51. С. 169–174.
- Елизаров А.А., Котенёв Б.Н. 1989. Климатические и океанологические причины изменчивости популяций рыб // Долгопериодная изменчивость условий природной среды и некоторые вопро-

- сы рыбопромыслового прогнозирования. М.: ВНИРО. С. 22–39.
- Леонов А.К. 1960. Японское море // Региональная океанография. Ч. 1. М.: Гидрометеиздат. С. 291–463.
- Лучин В.А., Манько А.Н. 2003. Водные массы // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VIII. Японское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеиздат. С. 243–256.
- Пономарёв В.И., Файман П.А., Дубина В.А., Машикина И.В. 2011. Синоптические вихри над материковым склоном японской котловины и шельфом Приморья // Известия ТИНРО. Т. 167. С. 160–175.
- Радзиховская М.А. 1961. Водный и тепловой баланс Японского моря // Основные черты геологии и гидрологии Японского моря. М.: АН СССР. С. 132–145.

Поступила в редакцию 22.03.2019 г.
Принята после рецензии 06.06.2019 г.

Trudy VNIRO

2020. Vol. 180

Habitat of aquatic biological resources
Features of oceanological conditions in the main
Russian fishery areas in 2018

**Results of oceanological monitoring in the
northwestern part of the Sea of Japan 2018**

B.S. Djakov

Pacific branch of FSBSI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok, Russia

In this work, based on the data on the sea surface temperature, deep-sea oceanographic observations, we studied the thermohaline and dynamic conditions of the Southern Primorye and open waters of the northwestern part of the Sea of Japan in the spring and summer of 2018. The features of the oceanological structure were revealed, and state and water conditions were estimated. Anticyclonic eddies were observed in the open waters of the northwestern part of the Sea of Japan. In the water circulation, its main components are shown, the roles of the Primorsky and West Sakhalin currents are highlighted. The concept of the structure and nature of the Primorsky Current has been expanded. It is shown that in the vertical structure of the waters of Peter the Great Bay (April) and the western part of the Tatar Strait (June) there existed the near-bottom and subsurface cold layers. In the waters of southern Primorye in May, these layers were not observed. Based on the meridional displacement of the vortex structures and the criterion for assessing the thermal regime of the waters of the northwestern part of the Sea of Japan — the average temperature of the subsurface layer 50–200 m — it was established that in the year under study the thermal regime of the sea was classified as warm.

Keywords: Sea of Japan, Southern Primorye, currents, structure, section, temperature, salinity, near-bottom and subsurface layers, thermal regime, anticyclonic eddies.

DOI 10.36038/2307-3497-2020-180-5-22

REFERENCES

- Bulatov O.A., Kotenev B.N., Krovnnin A.S.* 2016. O perspektivakh novoi «sardinnoi epokhi» v severo-zapadnoi chasti Tikhogo okeana [On the prospects of the new «Sardinian era» in the northwestern Pacific Ocean] *Voprosy rybolovstva*. T. 17. № 4. S. 385–405.
- Vdovin A.N., Izmyatinskii D.V., Solomatov S.F.* 2004. Osnovnye rezul'taty issledovaniy ryb morskogo pribreznogo kompleksa Primor'ya [The main results of studies of fish in the coastal complex of Primorye] // *Izvestiya TINRO*. T. 138. S. 168–190.
- Davydova S.V.* 2004. Dinamika chislennosti osnovnykh massovykh epipelagicheskikh vidov ryb v Yaponskom more vo vtoroi polovine XX veka i faktory, ee obuslovlivayushchie [The dynamics of the number of main mass epipelagic species of fish in the Sea of Japan in the second half of the twentieth century and the factors that determine it] // *Izvestiya TINRO*. T. 137. S. 119–143.
- D'yakov B.S., Matveev V.I.* 2017. Rezul'taty monitoringa okeanologicheskikh uslovii v severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya v 2015–2017 gg. [The results of the monitoring of oceanological conditions in the northwestern part of the Sea of Japan in 2015–2017] // *Trudy VNIRO*. T. 169. S. 72–91.
- Zubov N.N.* 1926. Srednie temperatury gidrologicheskoi stantsii i gidrologicheskogo razreza. [Average temperatures of the hydrological station and hydrological section] // *Zapiski po gidrografii*. T. 51. S. 169–174.
- Elizarov A.A., Kotenev B.N.* 1989. Klimaticheskie i okeanologicheskie prichiny izmenchivosti populyatsii ryb. [Climatic and oceanological causes of variability of fish populations] // *Dolgoperiodnaya izmenchivost' uslovii prirodnoi sredy i nekotorye voprosy rybopromyslovogo prognozirovaniya*. M.: VNIRO. S. 22–39.
- Istoshin Yu.V.* 1960. Temperatura vody Yaponskogo morya i vozmozhnost' ee prognoza. [Water temperature of the Sea of Japan and the possibility of its forecast] // *Trudy Okeanograficheskoi komissii AN SSSR*. № 7. S. 52–97.
- Leonov A.K.* 1960. Yaponskoe more [Sea of Japan] // *Regional'naya okeanografiya*. Ch. 1. M.: Gidrometeoizdat. S. 291–463.
- Luchin V.A., Man'ko A.N.* 2003. Vodnye massy. [Water masses] // *Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morei*. T. VIII. Yaponskoe more. Vyp. 1. Gidrometeorologicheskie usloviya. SPb.: Gidrometeoizdat. S. 243–256.
- Danchenkov M.A.* 2003. Neperiodicheskie techeniya. [Non-periodic flow] // *Gidrometeorologiya i gidrokhimiya morei*. T. VIII. Yaponskoe more. Vyp. 1. Gidrometeorologicheskie usloviya. SPb.: Gidrometeoizdat. –S. 313–326.
- Ponomarev V.I., Faiman P.A., Dubina V.A., Mashkina I.V.* 2011. Sinopticheskie vikhri nad materikovym sklonom yaponskoi kotloviny i shel'fom Primor'ya [Synoptic eddies over the continental slope of the Japanese Basin and the shelf of Primorye] // *Izvestiya TINRO*. T. 167. S. 160–175.
- Radzikhovskaya M.A.* 1961. Vodnyi i teplovoi balans Yaponskogo morya. [Water and heat balance of the Sea of Japan] // *Osnovnye cherty geologii i gidrologii Yaponskogo morya*. M.: AN SSSR. S. 132–145.

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Schemes of oceanographic stations in the northwestern part of the Sea of Japan in April-June (A) and August (B) 2018

Fig. 2. Temperature (A) and salinity (B) on the bottom horizon of Peter the Great Bay April 20 — May 9, 2018

Fig. 3. The water temperature at the bottom horizon of the Southern Primorye region — the western part of the Tatar Strait in April-June 2018 (A) and the dynamic section (cm / s) at 132° E in May 2018 (B). A plus sign — the flow is directed to the west, minus — to the east.

Fig. 4. Oceanological conditions in the western part of the Tatar Strait in June 2018 A and B — temperature and salinity on the bottom horizon, C — geostrophic currents at a depth of 10 dbar, D — temperature section of 50°12'N.

Fig. 5. Types of vertical structure of waters in the Sea of Japan in the areas of Southern Primorye and the western part of the Tatar Strait in April-June 2018. A, B — shallow-water areas of Peter the Great Bay and the northern part of the Tatar Strait; B — deep-water area of Peter the Great Bay and Southern Primorye; D — deep-water area of the western part of the Tatar Strait. The whole line is temperature, the dashed line is salinity.

Fig. 6. Thermohaline characteristics of the waters of the north-western part of the Sea of Japan on the horizon 50 m 11–30 August 2018

Fig. 7. The water temperature on the horizon is 100 m (A) and its anomalies (B) in the northwestern part of the Sea of Japan from 11 to 30 August 2018

Fig. 8. Geostrophic currents (cm / s) at a depth of 10 dbar (A) and T, S-curves in a section along the latitude of Cape Krilion (B) in the northwestern part of the Sea of Japan from 11–30 August 2018

Fig. 9. Dynamic sections (cm / s) through anticyclonic eddies in the northwestern part of the Sea of Japan. At the top — a section along the latitude of Cape Crillon, at the bottom — along 43°50' N The dislocation of cuts and eddies is shown in Fig. 8.

Fig. 10. A generalized scheme of oceanographic structures and geostrophic water currents in the northwestern part of the Sea of Japan from 11 to 30 August 2018 1 — Northern branch of the Tsushima Current, 2 — Primorye Current, 3 — Yuzhno-Primorskoe, 4 — West Sakhalin, 5 — Sakhalin, Zn — cyclonic vortex, An — anticyclonic, Const — anticyclonic vortex of quasi-permanent dislocation.