

УДК 551.46.062.5 (265.53)

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ЮЖНО-КУРИЛЬСКОМ ПРОЛИВЕ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Г. В. Шевченко (shevchenko@imgg.ru),
В. Н. Частиков

Сахалинский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии (Южно-Сахалинск)

Шевченко, Г. В. Особенности гидрологического режима в Южно-Курильском проливе в холодный период года [Текст] / Г. В. Шевченко, В. Н. Частиков // Ресурсы колючего краба, перспективы использования и условия обитания в Охотском море : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2010. – Т. 11. – С. 100–117.

Проанализированы материалы двух океанологических съемок, выполненных в районе южных Курильских островов в холодный период года (март 1996 г. и февраль–март 1999 г.), а также ряда декабрьских съемок в Кунаширском проливе. Показано, что на акватории Южно-Курильского пролива зимой преобладают воды с низкой соленостью, полностью вытесняющие япономорские соленые воды течения Соя, заполняющие его летом. Воды низкой солености, формирование которых связано со стоком реки Амур, поступают в данный бассейн через Кунаширский пролив начиная со второй половины декабря. Годовые колебания солености в Южно-Курильском проливе могут достигать 2‰.

Ил. – 14 (1; 2а–д; 3а–в; 4а–д), библиогр. – 12.

Shevchenko, G. V. Particular features of hydrologic regime in the South-Kuril Strait in the cold year period [Text] / G. V. Shevchenko, V. N. Chastikov // Stock abundance, habitat condition, and fishery prospects of Hanasaki crab (*Paralithodes brevipes*) in the Sea of Okhotsk : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2010. – Vol. 11. – P. 100–117.

The materials of two oceanological surveys performed in the area of southern Kuril Islands in the cold year period (March 1996 and February–March 1999) and also some December surveys in Kunashir Strait are analyzed. It is shown that low-salinity waters, which completely replace the Japan Sea saline waters of the Soya Current, and fill it in summer, prevail on the area of South-Kuril Strait in winter. The low-salinity waters, which are formed under the influence of the Amur River runoff, enter this basin through Kunashir Strait beginning from the second half of December. Annual salinity fluctuations in the South-Kuril Strait may reach 2‰.

Fig. – 14 (1; 2а–д; 3а–в; 4а–д), ref. – 12.

ВВЕДЕНИЕ

Южно-Курильский пролив расположен в южной части Курильской гряды и отделен от Охотского моря одним из самых ее крупных островов – Кунаширом (рис. 1). От океана его отделяет Малая Курильская гряда, с юго-запада он ограничен островом Хоккайдо и имеет открытую границу на северо-востоке.

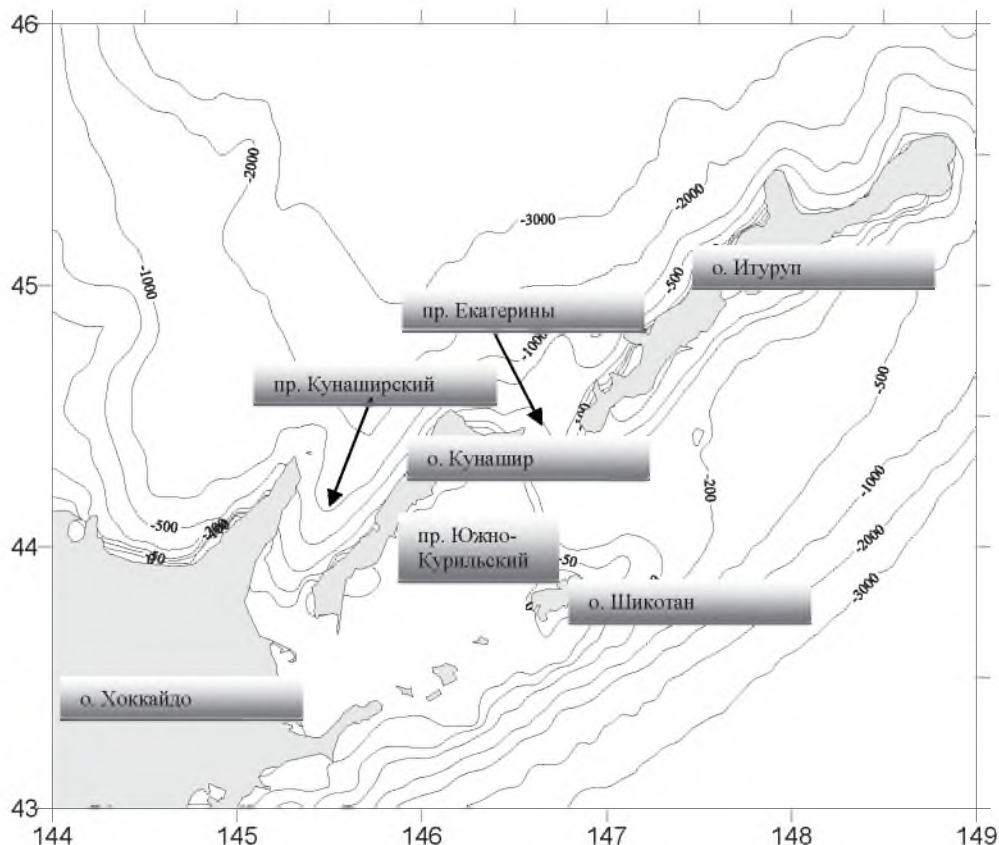


Рис. 1. Батиметрическая карта исследуемого района
Fig. 1. Bathymetric map of the study area

Специфические условия данной акватории – ее относительная мелководность, достаточно большие размеры и защищенность с различных сторон островами, наличие многочисленных проливов, через которые поступают и смешиваются охотоморские и океанские воды, являются причиной его высокой биологической продуктивности и необычного разнообразия рыб, крабов, креветок, морских водорослей и т. д.

Водообмен с Охотским морем осуществляется преимущественно через Кунаширский пролив, глубина которого резко уменьшается в районе соединения с изучаемой акваторией, и в меньшей степени – через пролив Екатерины. Проникновение океанских вод в него более свободное, однако хорошо известно, что в летний период здесь преобладают теплые воды с высокой соленостью, которые транспортируются из Японского моря вдоль северного побережья о. Хоккайдо теплым течением Соя (Бобков, 1989, 1992; Анцулевиц, Бобков, 1992; Истоки Ойясио, 1997; Океанографический атлас..., 1998).

Гораздо меньше сведений приведено в научной литературе относительно особенностей гидрологического режима Южно-Курильского пролива в холодный период года. Хорошо известен тот факт, что зимой через проливы северной части Курильской гряды происходит заток тихоокеанских вод в Охотское море, в то время как в южной части имеет место обратная картина (Гидрология и гидрохимия..., 1998), однако характеристики вод, поступающих в Тихий океан, изучены пока недостаточно. В недавнем обзоре (Nagata, 2009), представленном на Nemuro Workshop FY2005 отмечается, что ближайшие районы, по которым имеются материалы зимних океанологических съемок, расположены на тихоокеанском шельфе о. Хоккайдо, а также к северу от полуострова Сиретоко в Охотском море, на удалении от изучаемого района. Одной из причин, по которым экспедиционные исследования в Южно-Курильском проливе в этот период производились редко, является наличие льда, поступающего через Кунаширский пролив.

Наиболее примечательной особенностью гидрологического режима акватории, примыкающей с юга к полуострову Немуро, отмеченной в указанной работе, было резкое понижение солёности в декабре–январе, а также более слабое – в июне. Очевидно, источником вод низкой солёности в данном районе мог быть только Южно-Курильский пролив, через который возможно проникновение охотоморских вод с низкой солёностью к океанскому побережью Хоккайдо. Ранее в работах (Watanabe, 1963; Itoh, Ohshima, 2000) на основе анализа материалов наблюдений на стандартных океанологических разрезах на северном шельфе Хоккайдо было выявлено формирование вод низкой солёности в южной части Охотского моря в ноябре–декабре. Авторы считали источником этих вод Восточно-Сахалинское течение (ВСТ), которое активизируется в конце сентября – начале октября и транспортирует воды, связанные со стоком реки Амур, в южном направлении, что согласуется с результатами анализа океанологических исследований на юго-восточном шельфе о. Сахалин (Шевченко, Частиков, 2008). Появление вод низкой солёности в заливе Анива в октябре–ноябре выявлено в работах (Шевченко, Частиков, 2004; Будаева и др., 2005), но вопрос о том, оказывают ли они влияние на акваторию Южно-Курильского пролива, пока не изучен.

Рассмотреть некоторые аспекты данной проблемы можно на основании материалов нескольких океанологических съемок, выполненных СахНИРО в данном районе в холодный период года. В частности, это относится к регулярным измерениям в Кунаширском проливе, которые производились в течение ряда лет во второй половине декабря, а также двум съемкам, выполненным ранней весной на океанском шельфе южных Курильских островов, а также одной проводившейся специально в Южно-Курильском проливе в начале июня 1998 г. Анализ полученных материалов позволяет добиться определенного прогресса в изучении особенностей гидрологического режима в данной акватории в холодный период года, что и составляет основную цель данной работы.

Март 1996 г.

В период с 25 по 30 марта 1996 г. была выполнена океанологическая съемка на океанском шельфе острова Итуруп и в Южно-Курильском проливе при помощи зонда AST-500 Alec Electronics. Причем на шельфе Итурупа исследования проводились по достаточно детальной сетке из 35 станций, охватывавших прибрежную зону, в то время как в рассматриваемой в данной работе акватории зондирования осуществлялись всего в восьми точках, на двух пересекавших пролив разрезах, на открытой границе была выполнена всего одна станция (рис. 2а). Это единственная экспедиция СахНИРО, в которой были получены материалы измерений температуры и солености вод в данном районе, относящихся к зимнему периоду. Отметим, что так же, как и в Охотском море, в Южно-Курильском проливе на март приходится максимальная ледовитость, и по традиции этот месяц может быть отнесен к зимнему периоду (Гидрология и гидрохимия..., 1998).

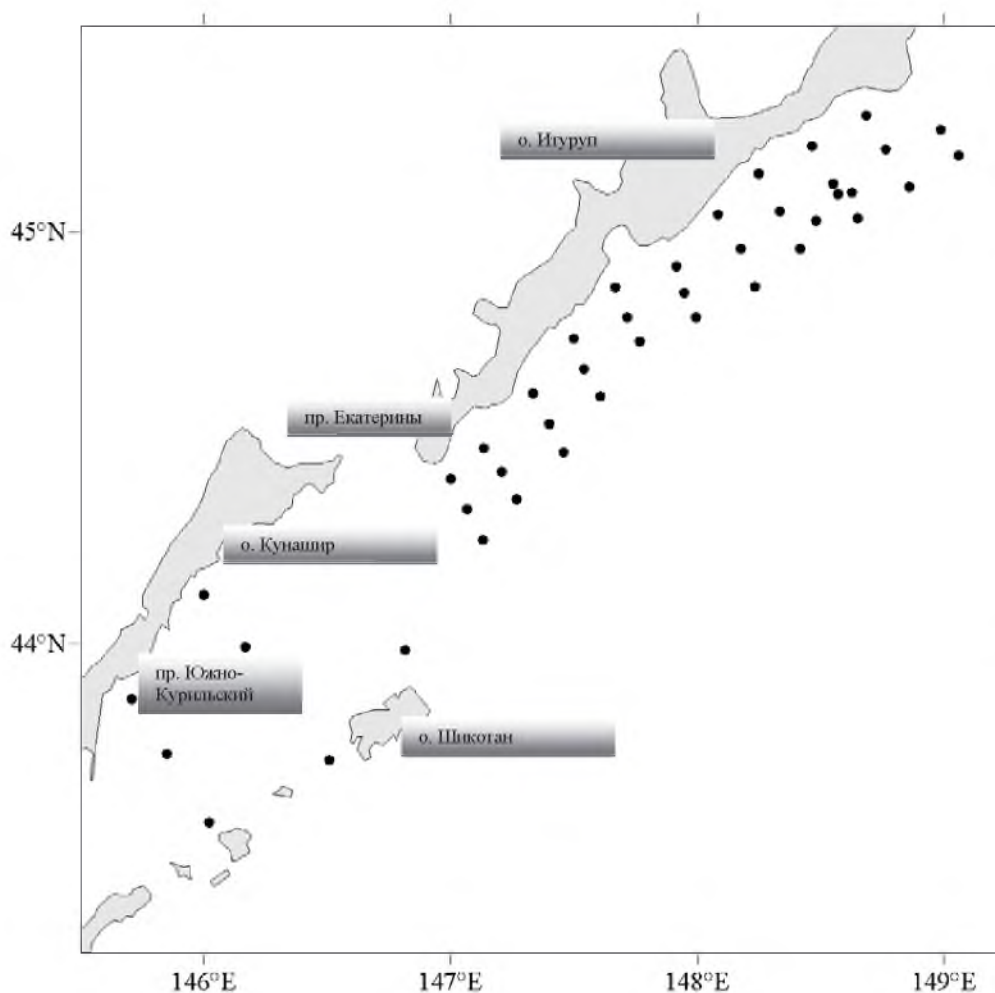


Рис. 2а. Схема океанологических станций при съемке в Южно-Курильском проливе и на шельфе о. Итуруп в марте 1996 г.

Fig. 2a. Location of oceanological stations performed in South-Kuril Strait and shelf zone of Iturup Island in March 1996

На представленных на **рисунках 2 б–д** пространственных распределениях температуры и солёности на глубинах 0 и 30 м отчетливо видны существенные различия в гидрологических характеристиках на шельфе о. Итуруп и в Южно-Курильском проливе. Но если в теплый сезон в проливе воды существенно более теплые и соленые (Истоки Ойясио, 1997), то зимой ситуация противоположная: более теплые и соленые воды отмечены уже на шельфе о. Итуруп. При этом интенсивность сезонных вариаций температуры и солёности в Южно-Курильском проливе очень велика и намного превышает таковую на сопредельной акватории.

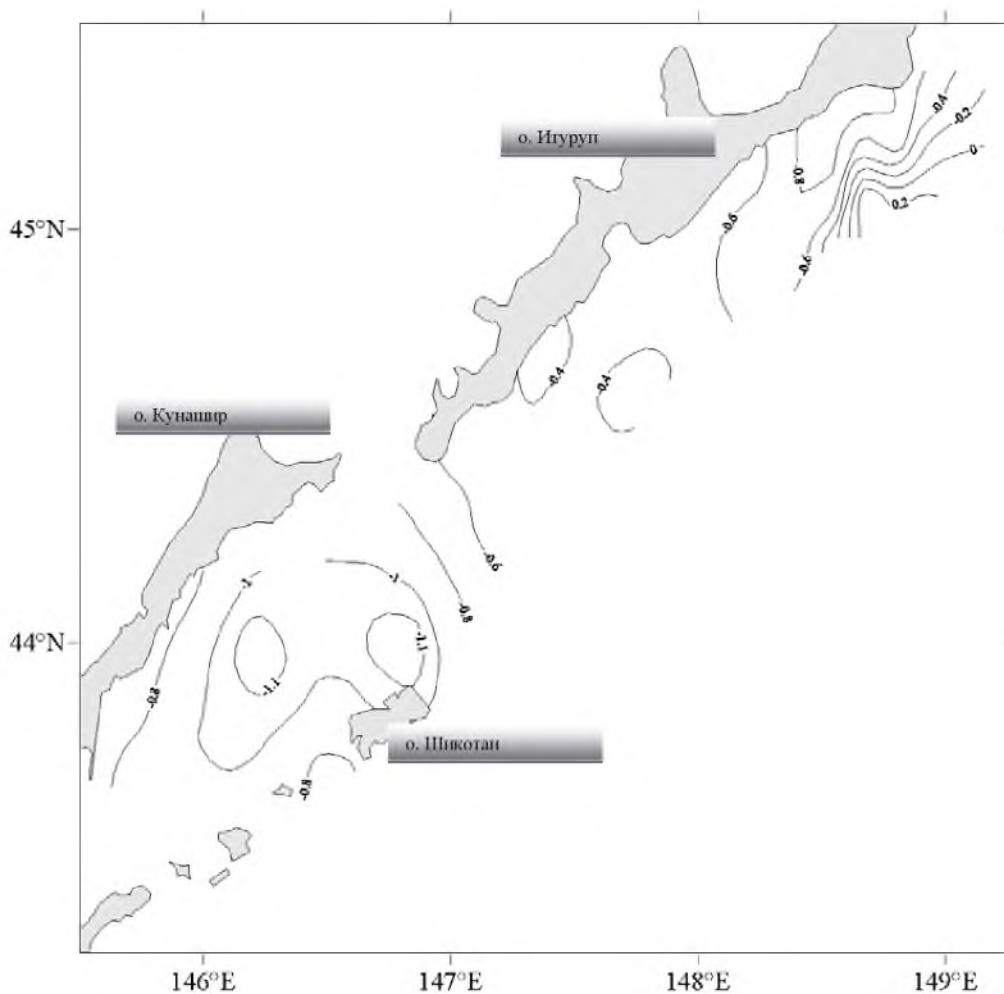


Рис. 2 б. Пространственное распределение температуры воды (°C) на поверхности моря в Южно-Курильском проливе и на шельфе о. Итуруп в марте 1996 г.

Fig. 2 б. Spatial distribution of sea surface water temperature (°C) in South-Kuril Strait and shelfzone of Iturup Island in March 1996

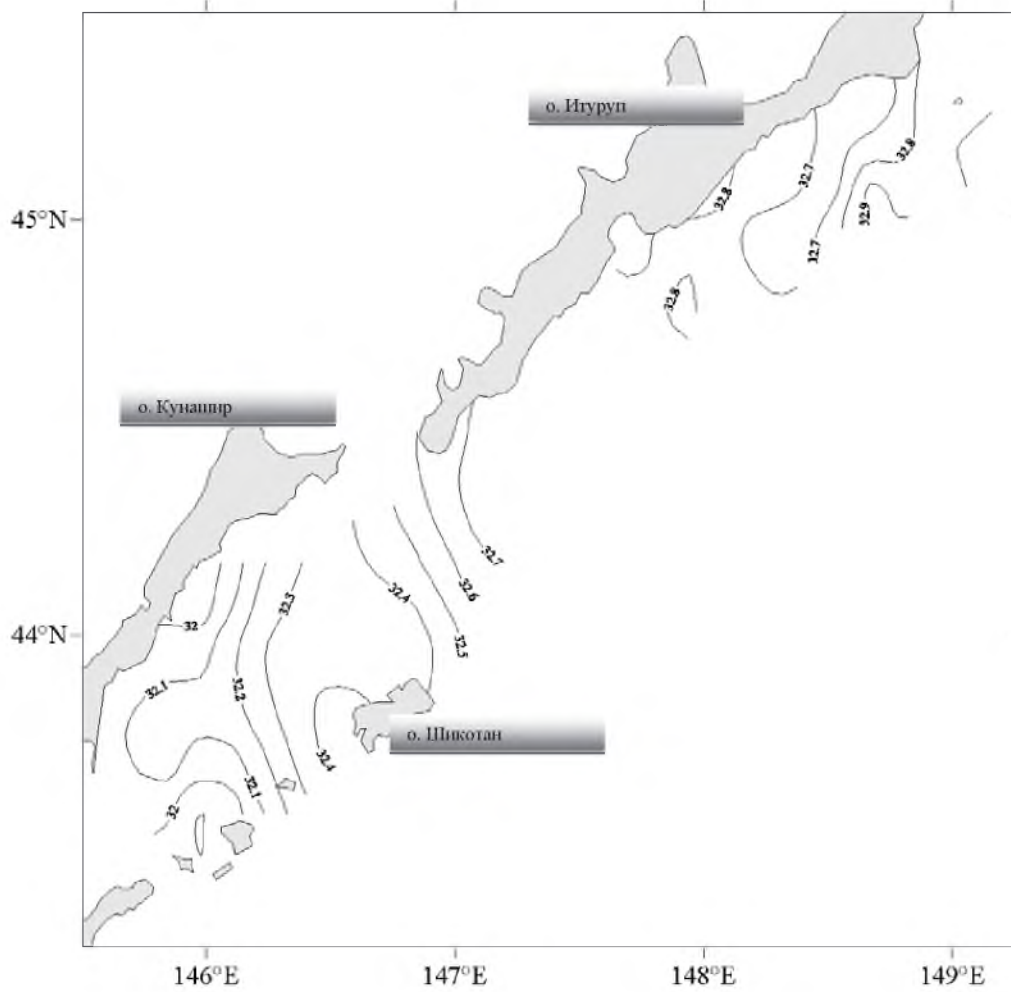


Рис. 2в. Пространственное распределение солёности воды (‰) на поверхности моря в Южно-Курильском проливе и на шельфе о. Итуруп в марте 1996 г.

Fig. 2в. Spatial distribution of sea surface water salinity (‰) in South-Kuril Strait and shelf zone of Iturup Island in March 1996

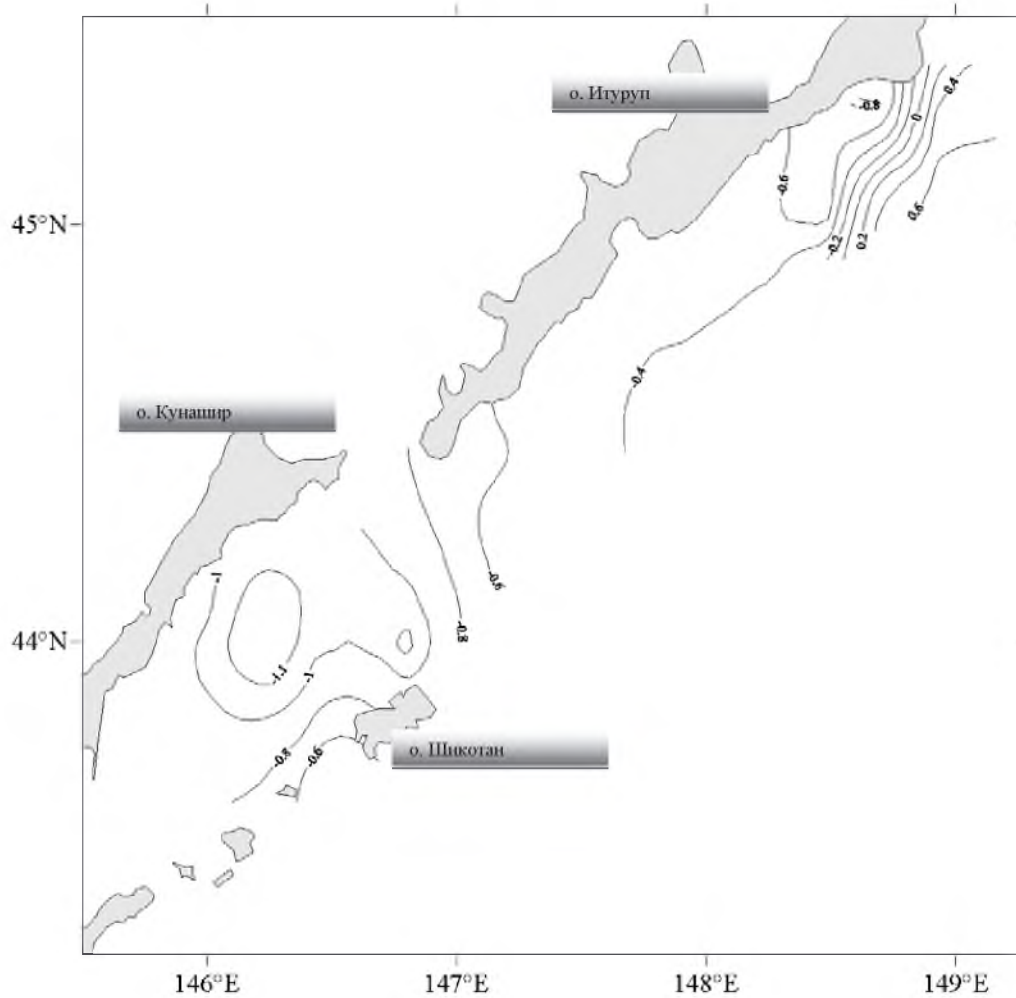


Рис. 2г. Пространственное распределение температуры воды (°C) на глубине 30 м в Южно-Курильском проливе и на шельфе о. Итуруп в марте 1996 г.

Fig. 2г. Spatial distribution of water temperature (°C) at 30 m depth in South-Kuril Strait and shelfzone of Iturup Island in March 1996

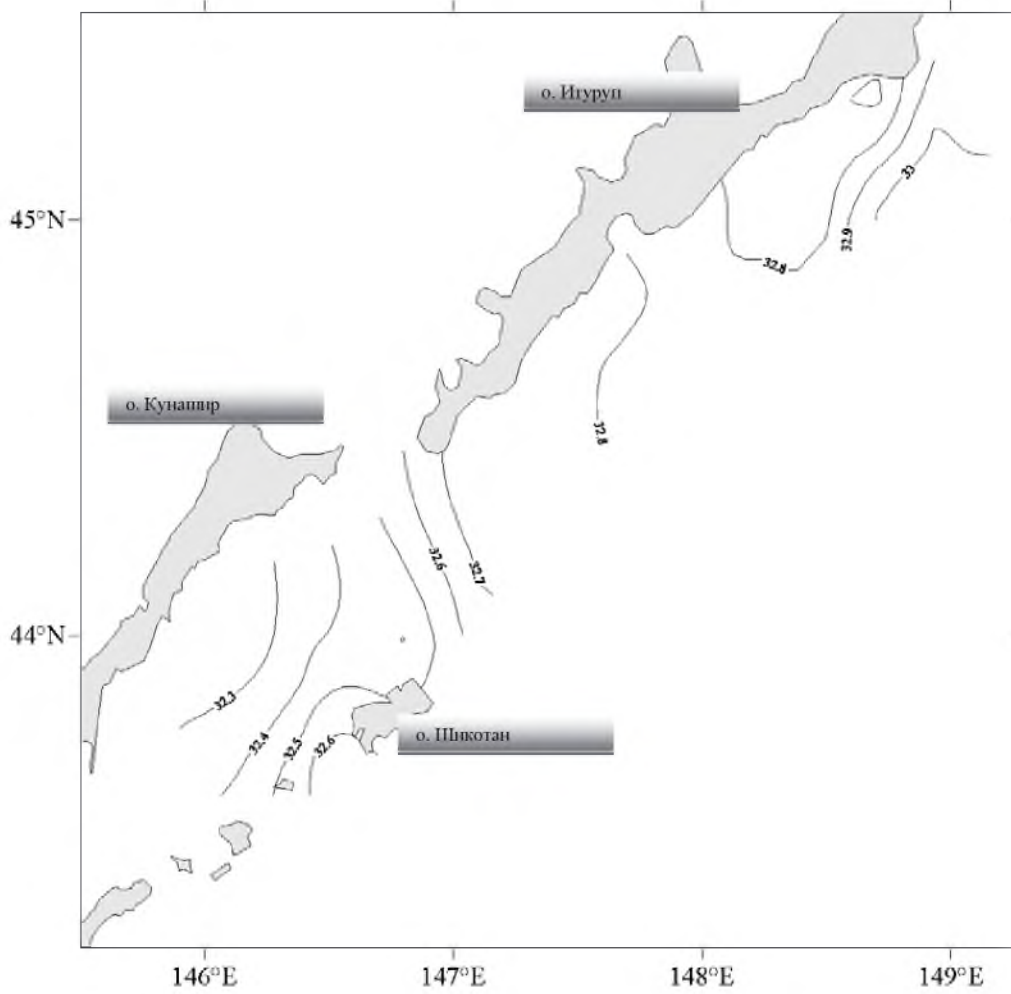


Рис. 2д. Пространственное распределение солёности воды (‰) на глубине 30 м в Южно-Курильском проливе и на шельфе о. Итуруп в марте 1996 г.

Fig. 2d. Spatial distribution of water salinity (‰) at 30 m depth in South-Kuril Strait and shelf zone of Iturup Island in March 1996

Температура воды в Южно-Курильском проливе весьма однородна как по пространству, так и по глубине, ее значения на большинстве станций колеблются от -1 до $-1,1^{\circ}\text{C}$, более высокие значения (около $-0,8^{\circ}\text{C}$) наблюдаются только в зонах, где заметно влияние тихоокеанских вод. Для сравнения, на основной части шельфа острова Итуруп в поверхностном слое 0–30 м значения температуры составляют $-0,4^{\circ}\text{C}$, и только на северо-восточном его участке, прилегающем к проливу Фриза, заметны существенные различия между более холодными водами вблизи берега и водами с положительными значениями температуры на мористых станциях.

Не менее значимы различия, наблюдаемые в пространственных распределениях солености. На шельфе о. Итуруп значения солености в поверхностном слое составляют 32,7–32,8‰, в то время как в центральной части Южно-Курильского пролива – 32,2–32,3‰, а в его удаленной части, в особенности у берега о. Кунашир, еще ниже – 32,0–32,1‰. При этом в районе проливов Малой Курильской гряды значения солености выше, в особенности это наглядно проявляется на глубине 30 м. Выявленные особенности пространственного распределения данного параметра явно указывают на поступление вод низкой солености из южной части Охотского моря через Кунаширский пролив. Характерных для летнего периода соленых вод, приносимых в Южно-Курильский пролив теплым течением Соя, в изучаемой акватории не наблюдалось и на других глубинах. Это указывает, что зимой происходит их полное замещение водами низкой солености, обусловленными стоком реки Амур.

Февраль–март 1999 г.

Рассмотрим кратко результаты другой съемки, выполненной на тихоокеанском шельфе южных Курильских островов и о. Хоккайдо в период с 24 февраля по 5 марта 1999 г. в рамках совместной российско-японской экспедиции – всего было выполнено 76 СТД-станций (**рис. 3а**). Измерения не проводились в Южно-Курильском проливе из-за того, что его акватория была покрыта льдом, тем не менее о состоянии вод в нем можно судить по наблюдениям в районе Малой Курильской гряды. Здесь, так же как и на шельфе о. Хоккайдо, в поверхностном слое наблюдались холодные воды с температурой ниже -1°C , в то время как по мере удаления в сторону открытого океана температура возрастала до $3-4^{\circ}\text{C}$ (**рис. 3б**). На шельфе о. Итуруп ее значения были несколько выше, чем в более южных районах, и варьировались в незначительных пределах около 0°C .

Воды на границе Южно-Курильского пролива характеризовались не только низкими температурами, но и весьма низкой соленостью, значения которой в поверхностном слое колебались в пределах 32,3–32,4‰ (**рис. 3в**). Вероятно, на акватории самого пролива соленость была несколько ниже – на уровне 32,0–32,1‰. На шельфе о. Итуруп, для сравнения, соленость составляла около 32,9‰, при этом на удалении от берега отмечены существенно более соленые тихоокеанские воды (33,3‰), мористее о. Хоккайдо – до 33,5‰. Значительные пространственные градиенты солености сохраняются до глубины 100 м, это указывает на более значительное влияние вод низкой солености зимой по сравнению с весенним периодом, когда талые воды отмечены в сравнительно тонком поверхностном слое. Результаты данной съемки подтверждают факт вытеснения из Южно-Курильского пролива соленых вод течения Соя водами ВСТ в зимний период.

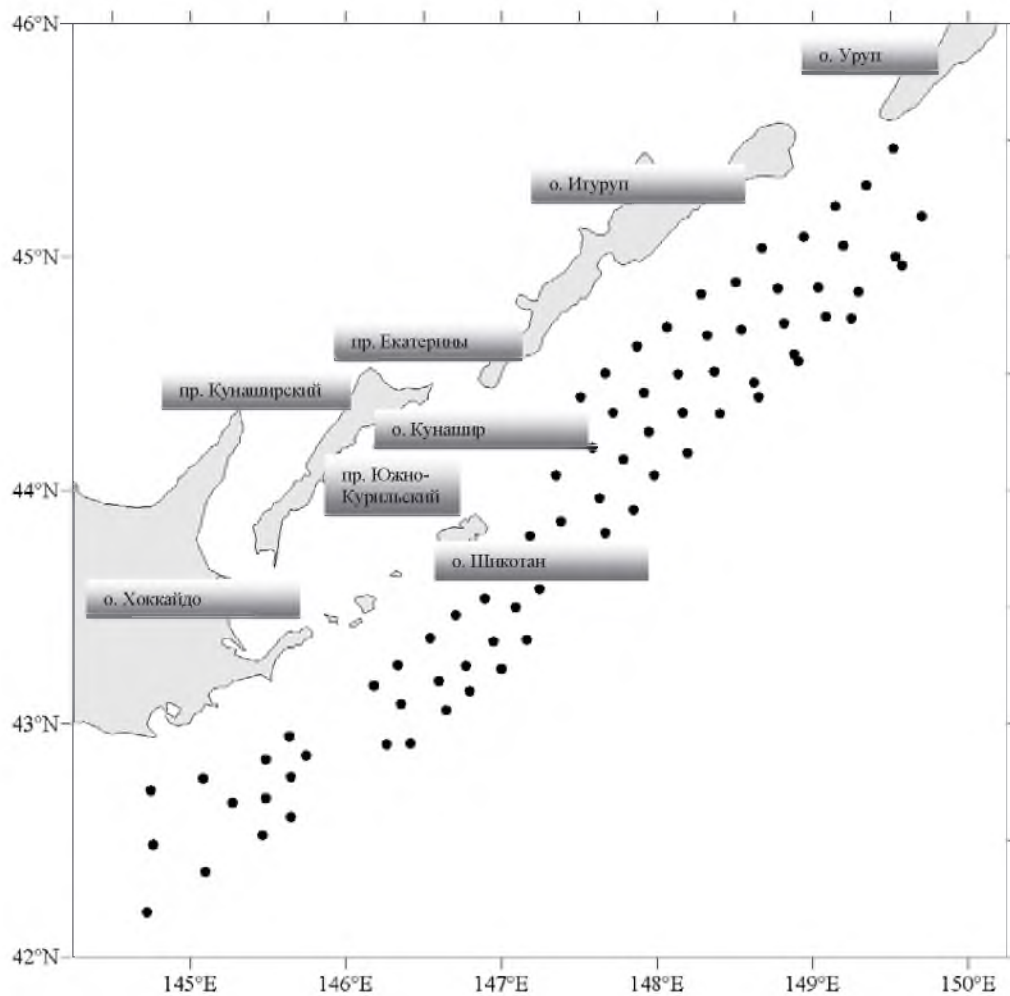


Рис. 3а. Схема океанологических станций при съемке в Южно-Курильском проливе и на шельфе о. Итуруп в феврале–марте 1999 г.

Fig. 3a. Location of oceanological stations performed in South-Kuril Strait and shelf zone of Iturup Island in February–March 1999

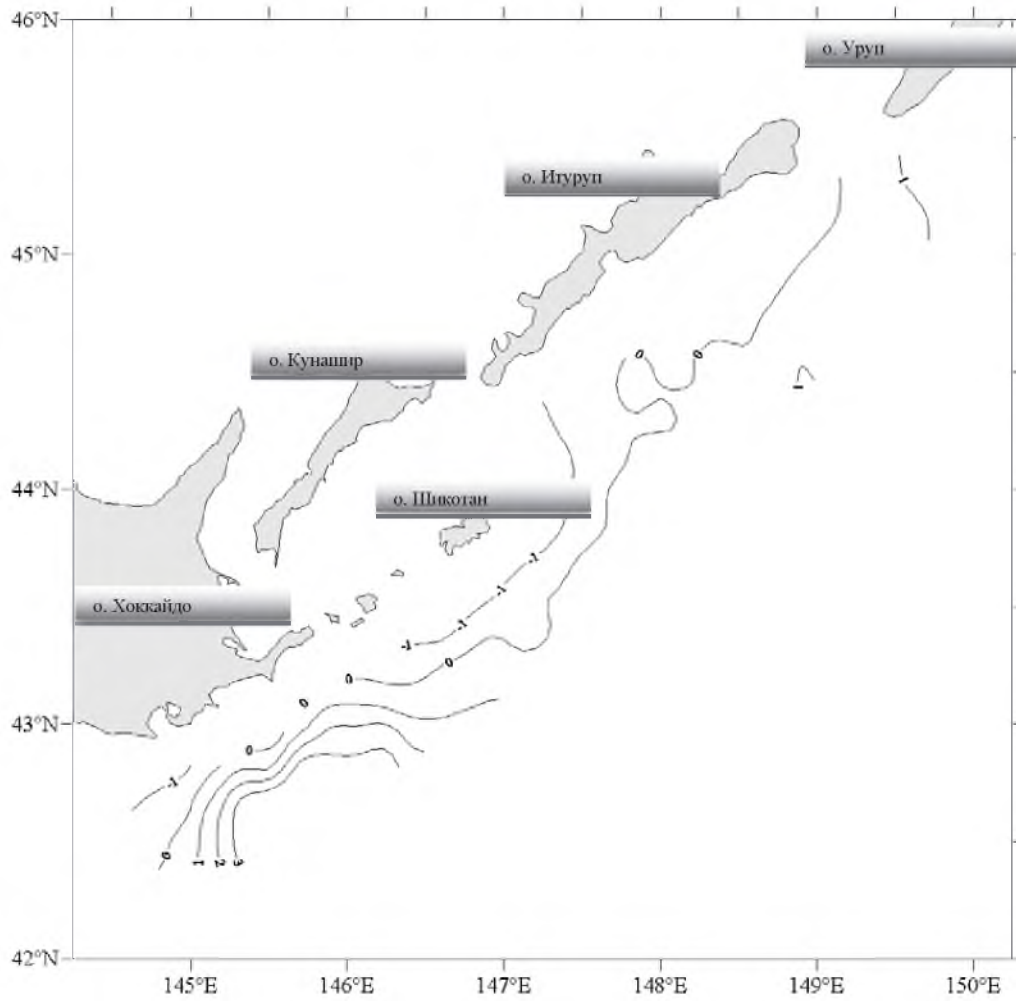


Рис. 3 б. Пространственное распределение температуры воды (°C) на поверхности моря в Южно-Курильском проливе и на шельфе о. Итуруп в феврале–марте 1999 г.

Fig. 3 б. Spatial distribution of sea surface water temperature (°C) in South-Kuril Strait and shelfzone of Iturup Island in February–March 1999

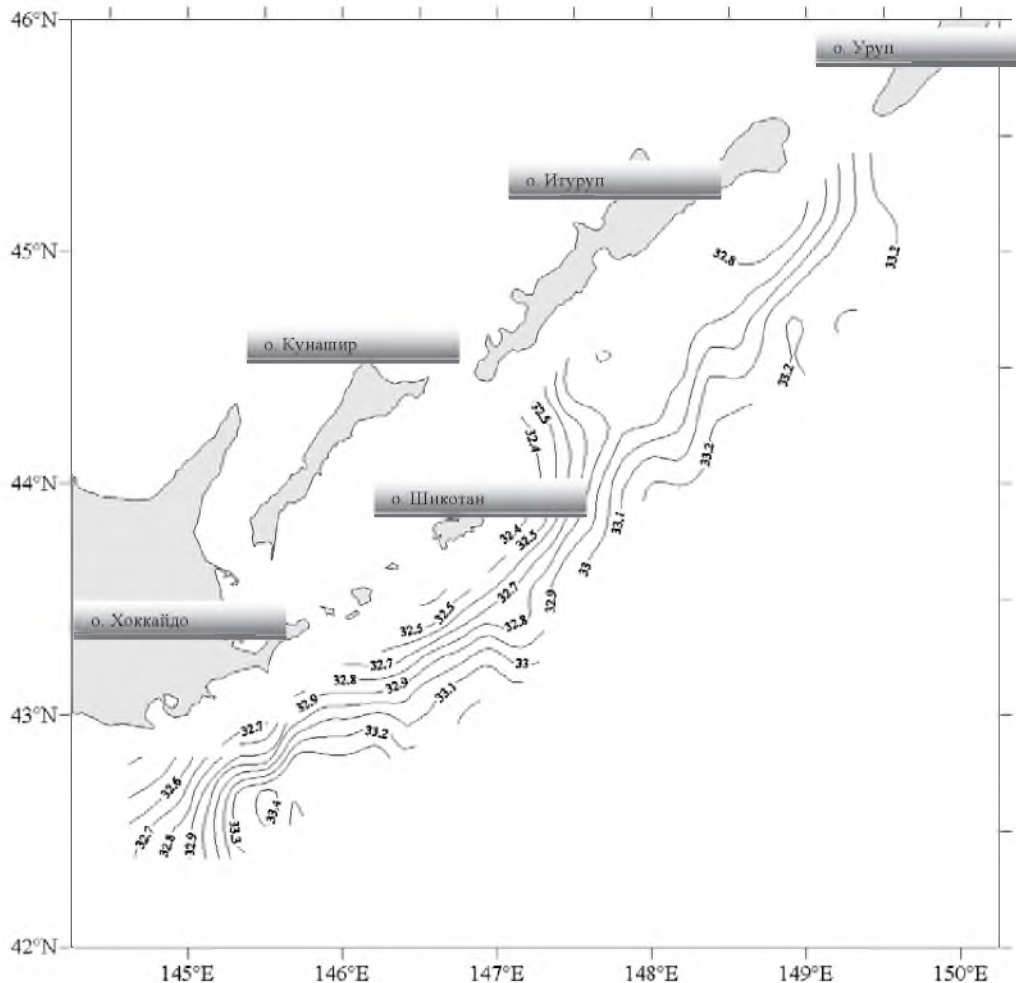


Рис. 3в. Пространственное распределение солёности воды (‰) на поверхности моря в Южно-Курильском проливе и на шельфе о. Итуруп в феврале–марте 1999 г.

Fig. 3в. Spatial distribution of sea surface water salinity (‰) in South-Kuril Strait and shelf zone of Iturup Island in February–March 1999

Океанологические исследования в Кунаширском проливе

Рассмотренные выше примеры показывают, что в зимний период акватория Южно-Курильского пролива заполнена водами низкой солёности, которые проникают и на океанский шельф о. Хоккайдо в январе (Nagata, 2009). При этом влияние процессов таяния льдов, даже учитывая их вынос Восточно-Сахалинским течением из северных районов Охотского моря в его более теплую южную часть, вряд ли может играть сколько-нибудь заметную роль из-за низких температур атмосферного воздуха и быстрого выхолаживания поверхностного слоя. В связи с этим возникает вопрос о том, что же является источником вод низкой солёности, и когда именно они появляются в Южно-Курильском проливе.

В определенной мере ответ на поставленный вопрос можно получить на основе материалов океанологических исследований, которые проводились в

1999–2004 гг. в Кунаширском проливе в рамках изучения влияния гидрологических условий на формирование скопления минтая в данном районе. Работы проводились приблизительно в одни и те же сроки – во второй половине декабря, с борта рыбопромыслового судна БАТМ «Остров Сахалин». STD-зондирования осуществлялись зондом Memory-CTD Alex Electronics, при этом помимо сопровождения тралений ежегодно выполнялся небольшой океанологический разрез, ориентированный вдоль оси пролива (**рис. 4а**). На **рисунках 4 б, в** представлены вертикальные распределения температуры и солёности на данном разрезе по измерениям 15 декабря 2000 г.

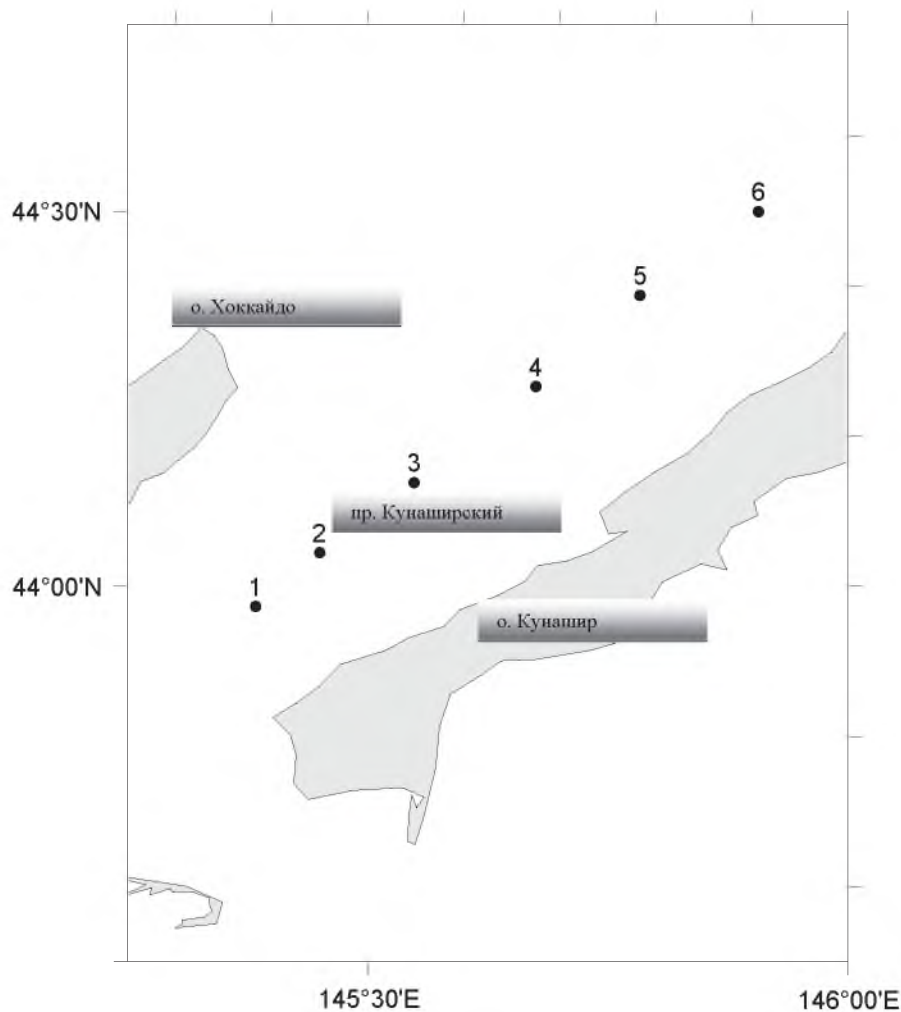


Рис. 4а. Схема океанологических станций при съемке в Кунаширском проливе 15 декабря 2000 г.

Fig. 4a. Location of oceanological stations performed in Kunashir Strait on 15 December 2000

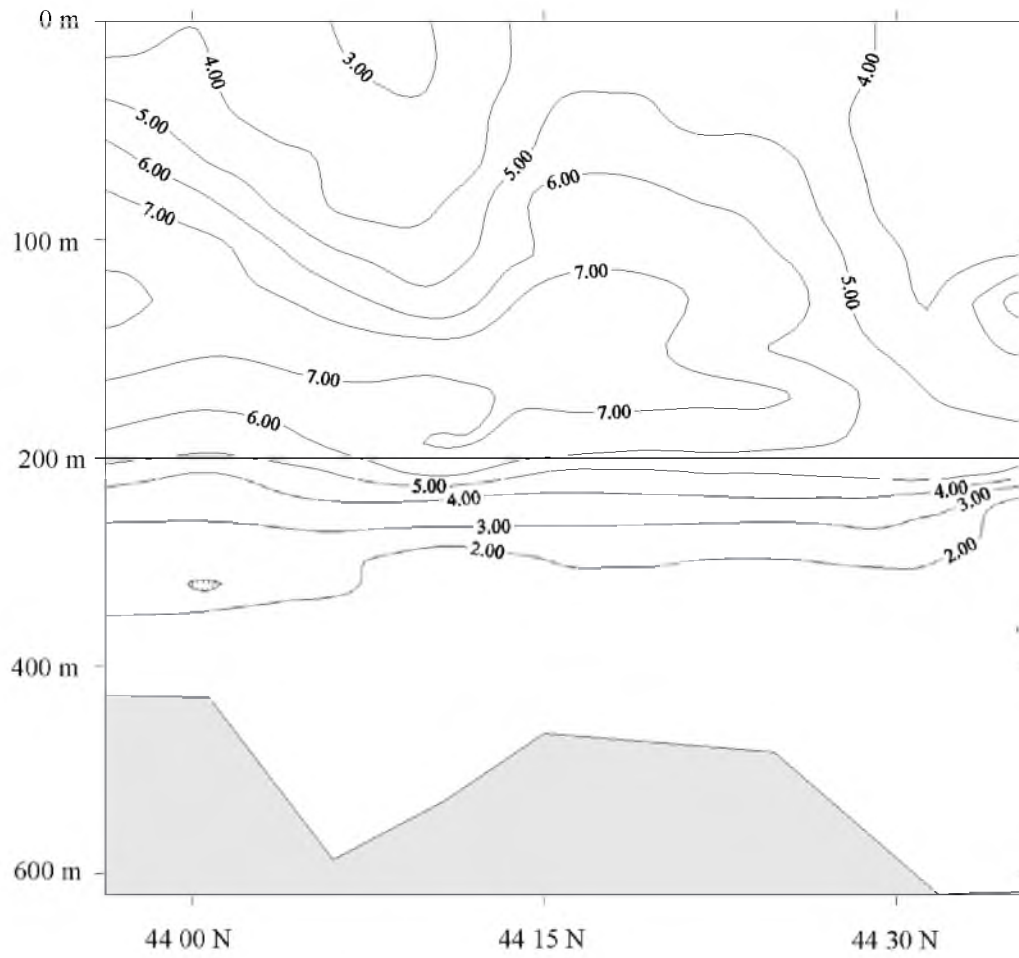


Рис. 4 б. Распределение температуры (°C) в Кунаширском проливе 15 декабря 2000 г.
 Fig. 4 б. Temperature distribution (°C) in Kunashir Strait on 15 December 2000

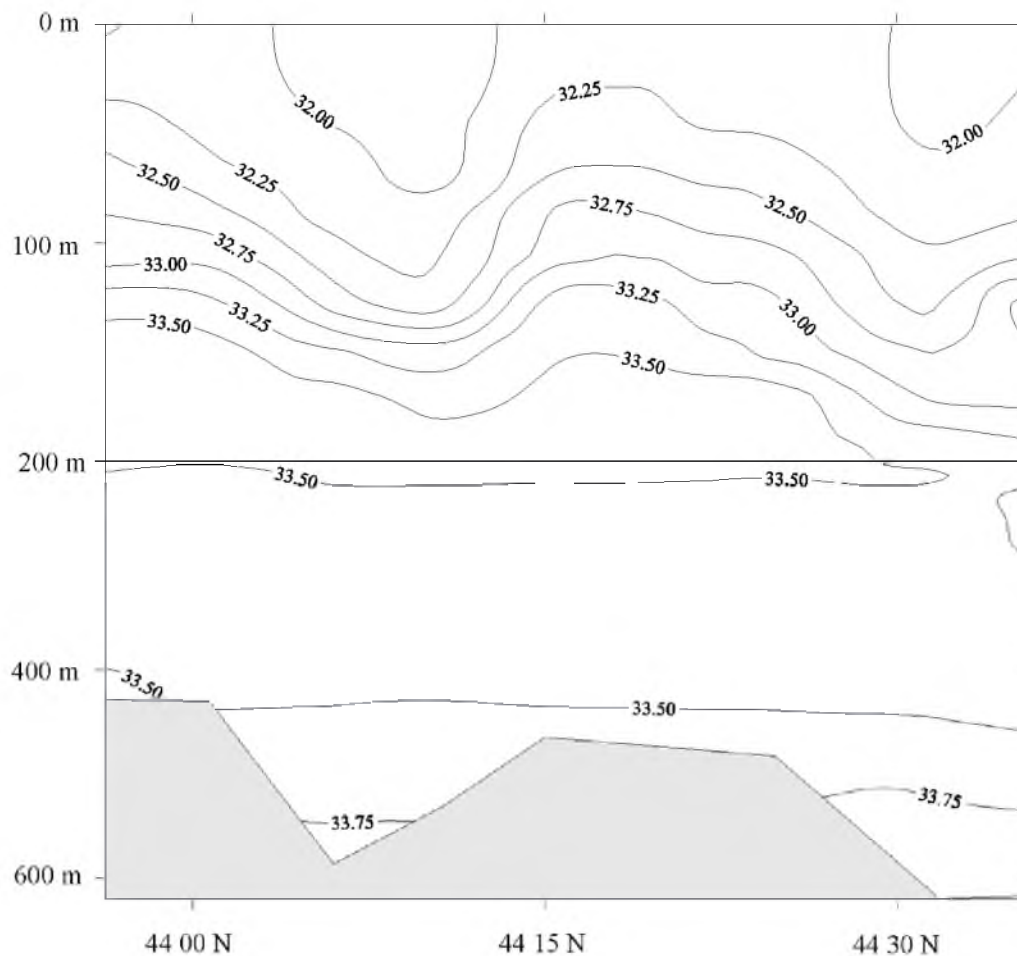


Рис. 4в. Распределение солености (‰) в Кунаширском проливе 15 декабря 2000 г.
 Fig. 4в. Salinity distribution (‰) in Kunashir Strait on 15 December 2000

В южной части разреза на глубинах 100–200 м выделяется слой сравнительно теплых (6,5–7,5°C) и соленых вод (33,25–33,3‰), толщина которого быстро уменьшается в северном направлении. На глубинах более 200 м температура уменьшается и на глубине около 350 м достигает 2°C, далее ее понижение происходит более плавно. Локальный максимум солености на двух южных станциях несколько заглублен по сравнению с ядром теплых вод и находится на глубинах 200–250 м.

Очевидно, данные воды связаны с остаточным влиянием вод течения Соя, интенсивность которого в проливе Лаперуза резко падает в октябре–ноябре (Бобков, 1992). В то же время в поверхностном слое в северной части разреза выделяются воды с соленостью менее 32‰. Температура этих вод составляет 3,5–4°C.

Толщина слоя вод низкой солености на самой северной станции составляет чуть менее 100 м (глубина залегания изогалины 32‰ составляет около 60 м) и быстро уменьшается в южном направлении. Глубина залегания данной изогалины составляет на второй станции около 40 м, на двух станциях

в южной части разреза значения солёности выше данного значения. На самой южной станции влияние вод низкой солёности еще сравнительно слабое – это указывает на то, что измерения захватили начальный период проникновения вод низкой солёности в Южно-Курильский пролив. Впрочем, утверждать это с полной уверенностью сложно, так как в Кунаширском проливе очень велики приливные течения, которые могут приводить к определенным искажениям в распределениях температуры и солёности.

Рассмотрим результаты другой съемки, выполненной 18 декабря 2006 г. (рис. 4г, д). Вертикальные распределения температуры и солёности лишь незначительно отличаются от рассмотренных выше наблюдений 2000 г. Также отчетливо выделяется теплый промежуточный слой с температурами 5,5–6,5°C. Ядро теплых вод с максимальным значением 8°C находится на южных станциях разреза, при этом на самой северной их выраженность минимальна. Нижняя граница данного слоя несколько заглублена по сравнению с ситуацией 2000 г. – изотерма 4°C залегает на глубине около 300 м, 2°C – около 400 м.

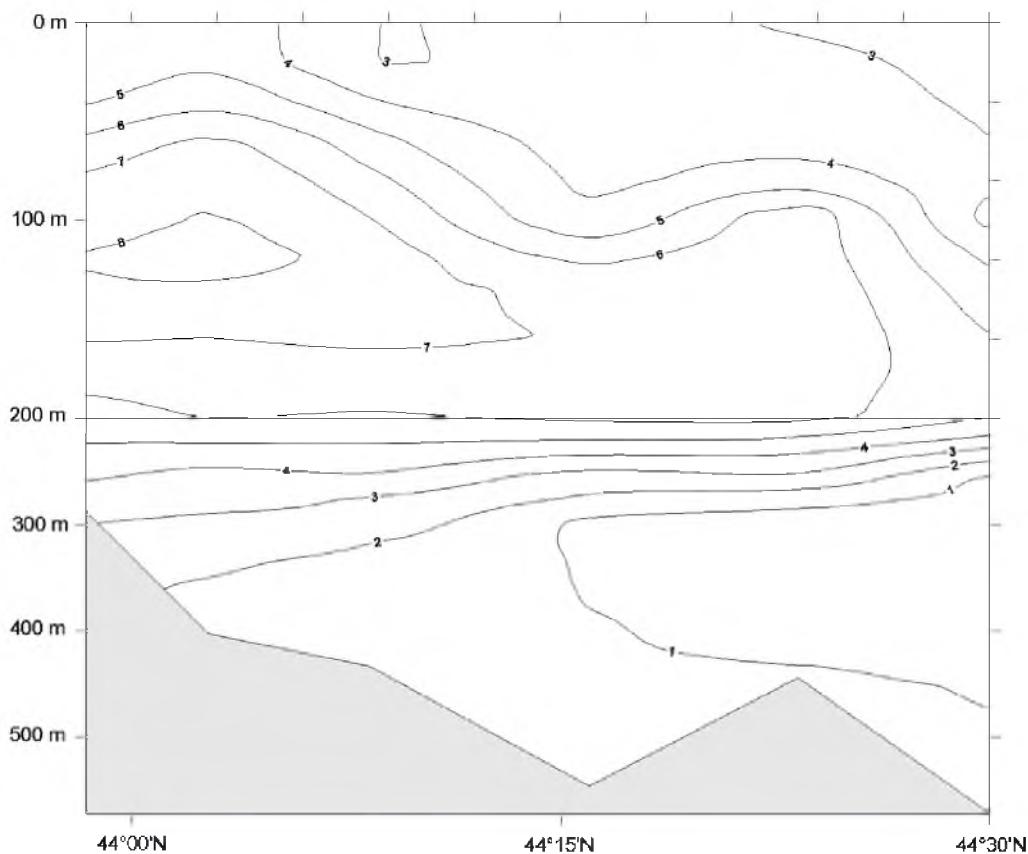


Рис. 4г. Распределение температуры (°C) в Кунаширском проливе 18 декабря 2006 г.
Fig. 4г. Temperature distribution (°C) in Kunashir Strait on 18 December 2006

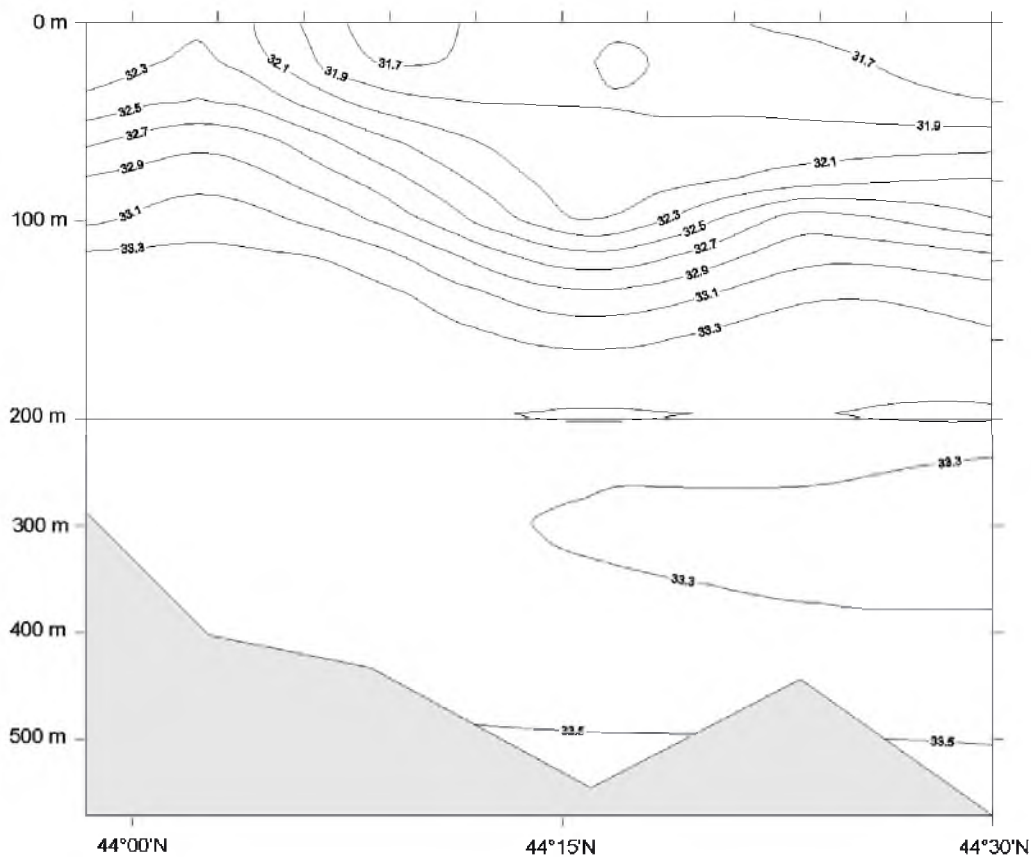


Рис. 4д. Распределение солёности (‰) в Кунаширском проливе 18 декабря 2006 г.
Fig. 4d. Salinity distribution (‰) in Kunashir Strait on 18 December 2006

Влияние вод низкой солёности в данном случае было несколько более слабым – значения около 32‰ отмечены только на поверхности на самой северной станции. Изогалина 32,25‰ проходит на глубине около 50 м и резко поднимается к поверхности в южной части разреза. Промежуточный максимум солёности отмечен на глубине 300–350 м, ядро вод с более низкой солёностью, наиболее выраженное в центральной части разреза, залегало на глубине около 400 м.

Таким образом, при проведении съёмок на данном разрезе в различные годы наблюдалась в целом идентичная картина – с различной выраженностью остаточных вод течения Соя в промежуточном и вод с низкой солёностью в верхнем слое. При анализе материалов наблюдений в Кунаширском проливе выявлено, что во второй половине декабря происходит смена вод, причем в Южно-Курильском проливе, ввиду его мелководности, она носит характер полного замещения. Подобные ситуации не так часто наблюдаются в морских акваториях и поэтому представляют особый интерес.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате анализа материалов океанологических съемок выявлено, что на акватории Южно-Курильского пролива в холодный период года преобладают воды с низкой соленостью, полностью вытесняющие япономорские соленые воды течения Соя, заполняющие данный бассейн летом. Годовые колебания солености могут достигать 2‰. Воды низкой солености, формирование которых связано со стоком реки Амур, транспортируются в южную часть Охотского моря в результате осенней интенсификации Восточно-Сахалинского течения (Itoh, Ohshima, 2000; Шевченко, Частиков, 2008) и поступают в изучаемый район через Кунаширский пролив.

Воды низкой солености появляются в Кунаширском проливе во второй половине декабря, при этом в его южной части сохраняется остаточное влияние теплых и соленых вод течения Соя, образующих промежуточный слой на глубинах 150–300 м.

В течение года вероятно полная смена вод в районе южных Курильских островов в целом и Южно-Курильском проливе в частности, а значительные вариации солености являются одной из причин его высокой биологической продуктивности и необычайного разнообразия видов обитающих в нем гидробионтов.

ЛИТЕРАТУРА

- Анцулевич, А. Е. Океанологические основы биогеографического районирования Южно-Курильского района [Текст] / А. Е. Анцулевич, А. А. Бобков // Океанология. – 1992. – Т. 32, № 5. – С. 910–916.
- Бобков, А. А.** Течение Соя и его ветви [Текст] / А. А. Бобков // Изв. ВГО. – 1989. – Т. 121. – С. 531–535.
- Бобков, А. А.** Течение Соя и его место в системе вод Южно-Курильского района [Текст] / А. А. Бобков // Изв. Русского Географ. о-ва. – 1992. – Т. 124, вып. 5. – С. 461–470.
- Будаева, В. Д. Результаты гидрологических исследований залива Анива в 2001–2003 гг (структура и циркуляция вод) [Текст] / В. Д. Будаева, В. Г. Макаров, В. Н. Частиков // Тр. СахНИРО. – 2005. – Т. 7. – С. 83–110.
- Гидрология** и гидрохимия морей. Том IX. Охотское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. – СПб. : Гидрометеоиздат, 1998. – 342 с.
- Истоки** Ойясио [Текст] / Под ред. В. Р. Фукса, А. Н. Мичурина. – СПб. : Гидрометеоиздат, 1997. – 248 с.
- Океанографический** атлас Южно-Курильского района Тихого океана. – СПбГУ, 1998. – 218 с.
- Шевченко, Г. В. Динамические процессы в залива Анива (о. Сахалин) по результатам инструментальных измерений осенью 2000 г. [Текст] / Г. В. Шевченко, В. Н. Частиков // Метеорология и гидрология. – 2004. – № 5. – С. 63–75.
- Шевченко, Г. В. Сезонные вариации океанологических условий у юго-восточного побережья о. Сахалин [Текст] / Г. В. Шевченко, В. Н. Частиков // Метеорология и гидрология. – 2008. – № 8. – С. 70–86.
- Itoh, M. Seasonal variations of water masses and sea level in the southwestern part of the Okhotsk Sea [Text] / M. Itoh, K. Ohshima // J. Oceanography. – 2000. – Vol. 56. – P. 643–654.
- Nagata, Yu.** Outflow of Okhotsk Sea Water and the oceanic condition of the sea east of Hokkaido : Proceedings of the Fourth Workshop on the Okhotsk Sea and Adjacent Areas [Text] / Yu. Nagata // PICES Scientific Report. – 2009. – No. 36. – P. 154–163.
- Watanabe, K.** On the reinforcement of the East Sakhalin Current preceding to the sea ice season off the coast of Hokkaido [Text] / K. Watanabe // Oceanogr. Mag. – 1963. – Vol. 14. – P. 117–130.