

УДК 551.465(265.53)

М.М. Шутова, Л.П. Якунин
(ДВГУ, г. Владивосток)

**ТЕРМОХАЛИННАЯ СТРУКТУРА ВОДЫ
НА ПОВЕРХНОСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ
С УЧЕТОМ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА**

Составлены поля температуры, солености и плотности для всей акватории моря в средние и экстремальные по ледовитости зимы (февраль). Представлены карты распределения температуры, солености и плотности на поверхности Охотского моря, приведен их анализ.

Shutova M.M., Yakunin L.P. Water thermochaline structure at the Okhotsk Sea surface in the winters with different ice cover // *Izv. TINRO.* — 2007. — Vol. 147. — P. 275–280.

Charts of surface temperature, salinity and density at the Okhotsk Sea surface in the winters (February) with medium and high ice cover are presented and analyzed.

Сведения о распределении температуры, солености и плотности воды на поверхности под ледяным покровом Охотского моря практически отсутствуют (Лучин, 1998). Использование фактических наблюдений над температурой и соленостью воды на акваториях, свободных ото льда, а также сведения ледовых патрулей позволили аппроксимировать положение кромки льда в феврале с изотермой воды ниже минус 1,0 °С, а границу битых льдов с изотермой минус 1,7 °С (Международная символика ..., 1984). В прибрежных акваториях, где происходит постоянное оттеснение льда от берега, температура воды, по данным береговых станций, снижается до минус 1,8 — минус 1,9 °С (Чернявский, 1973, 1992; Yakunin, 1993).

На акваториях без ледяного покрова соленость определялась путем интерполяции натуральных данных, а под ледяным покровом она рассчитывалась по известной формуле Гелланд-Ганзена зависимости температуры замерзания от солености (Малинин, 1998). Например, при температуре воды минус 1,8 °С, рассчитанная по формуле соленость равна 33,25 ‰.

Количество глубоководных и попутных наблюдений над температурой воды в феврале составило около 800. Измерений температуры воды на береговых станциях было проведено более 180, а наблюдения над соленостью выполнялись только на глубоководных станциях на чистой ото льда акватории в юго-восточной части моря (273 случая). Материалы наблюдений ледяного покрова были заимствованы из архива авианаблюдений Дальневосточного государственного университета.

В настоящей статье по обобщенным данным за 1967–1989 гг. составлены карты температуры и солености воды на поверхности всего Охотского моря в феврале в ледовитые, умеренные и малоледовитые годы.

Ледовитость (площадь льда в процентах от площади моря без учета его толщины и сплоченности) определялась как средняя величина из трех лет по трем декадам. Для каждого типа ледовитости осреднению подвергалось по 9 декад. В таблице указаны выбранные годы, а также приведены средние показатели площади моря, покрытой льдом в феврале.

Ледовитость Охотского моря в феврале 1967–1989 гг.
The ice cover of the Okhotsk Sea 1967–1989 (February)

Год	Площадь льда, % от площади моря	Тип зим
1967	89,4	Ледовитые
1978	90,3	
1979	85,1	
Среднее	88,3	
1976	77,8	Умеренные
1984	71,0	
1989	71,7	
Среднее	73,5	
1981	46,8	Малоледовитые
1985	48,6	
1988	61,9	
Среднее	52,4	
Средняя многолетняя ледовитость		70,9

Температура воды на поверхности в феврале

Юго-восточная часть Охотского моря зимой подвержена интенсивной адвекции теплых тихоокеанских вод. Здесь наблюдаются более высокие значения температуры воды по сравнению с северными и западными районами.

В феврале на свободной ото льда поверхности в годы с максимальной ледовитостью температура воды изменяется от минус 0,4 до минус 1,7 °С (рис. 1, а). На кромке льда температура воды имеет значения от минус 1,0 до минус 1,7 °С, а у границы битых льдов — от минус 1,7 до минус 1,8 °С. К берегу Камчатки температура воды понижается и составляет от минус 1,5 до минус 1,8 °С. На североохотоморском шельфе и в зал. Шелихова наблюдаются минимальные значения температуры воды, равные минус 1,8 °С. Шельф Сахалина имеет температуру воды от минус 1,6 до минус 1,8 °С, причем наименьшая температура (минус 1,8 °С) наблюдалась в зал. Анива.

При умеренной ледовитости площадь, занятая льдами (73,5 %), меньше, чем в годы максимальной ледовитости (88,3 %). На свободной ото льда поверхности температура воды имеет положительные значения от 0,5 до 2,6 °С (рис. 1, б). Между границами кромки льда и битых льдов температура воды изменяется от плюс 0,43 до минус 1,70 °С. У берегов Камчатки температура воды изменяется в пределах от плюс 1,0 до минус 1,47 °С, на североохотоморском шельфе и в зал. Шелихова — от минус 1,6 до минус 1,8 °С. Тихоокеанские теплые воды распространяются на большую территорию, чем в годы с максимальной ледовитостью. На шельфе Сахалина температура воды изменяется от минус 1,55 до минус 1,70 °С. Минимальная температура (минус 1,7 °С) также наблюдается в зал. Анива на акватории серых льдов (Малинин, 1998).

Площадь льда в годы с минимальной ледовитостью составляет 52,4 %. Обширная акватория, свободная ото льда, имеет положительные значения температуры воды, в пределах от плюс 3,0 до минус 1,0 °С (рис. 1, в). Характерная изогнутость изотерм явно указывает на заток тихоокеанских вод. Положитель-

ные значения температуры воды простираются с юга до 57° с.ш. Вблизи границ кромки льда температура воды составляет $0 - \text{минус } 1,0^{\circ}\text{C}$, у границ битых льдов — плюс $1,0 - \text{минус } 1,7^{\circ}\text{C}$. У берегов Камчатки наблюдаются более теплые воды по сравнению с годами средней и максимальной ледовитости; температура здесь изменяется от плюс $2,0$ до минус $1,0^{\circ}\text{C}$. Отрицательные значения температуры воды наблюдаются у самого побережья. На североохотоморском шельфе и в зал. Шелихова температура воды изменяется от минус $1,7$ до минус $1,8^{\circ}\text{C}$, более холодные воды также расположены ближе к берегу. На шельфе Сахалина температура воды составляет минус $1,6 - \text{минус } 1,7^{\circ}\text{C}$, минимальные ее значения наблюдаются в зал. Анива.

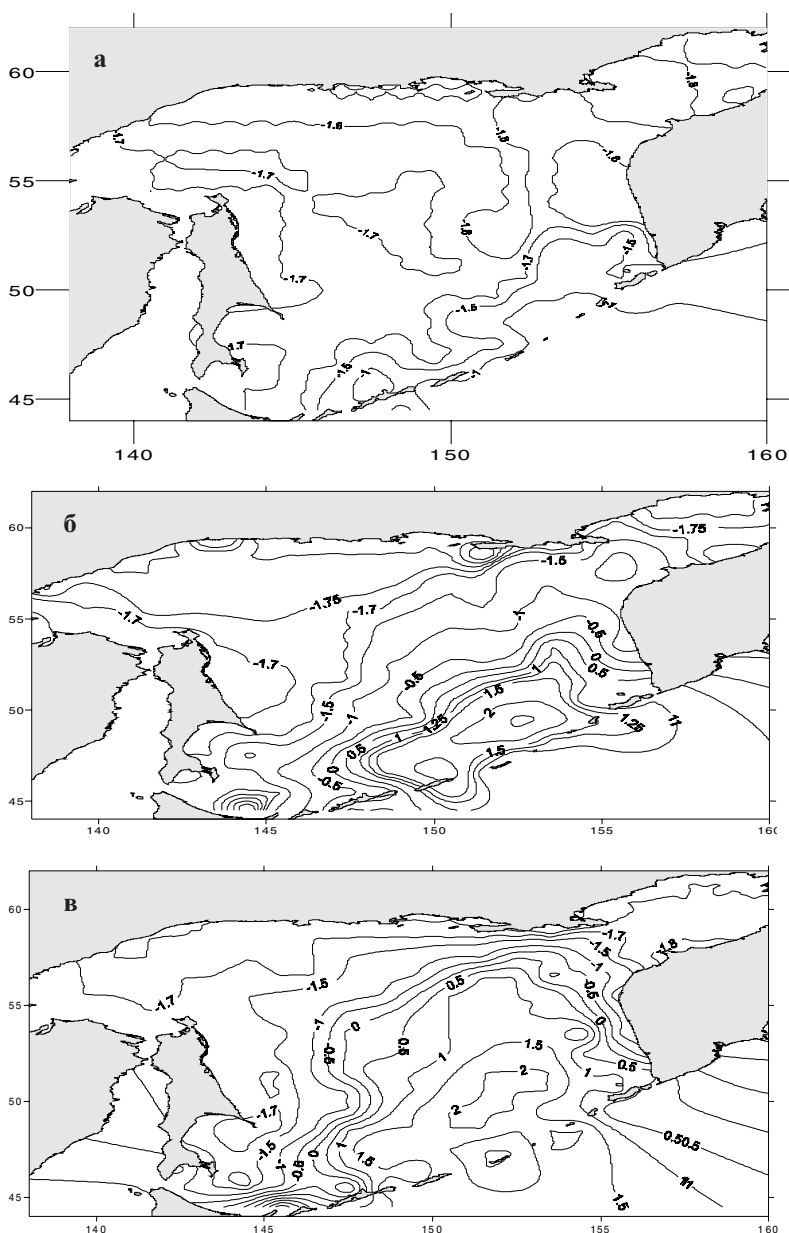


Рис. 1. Распределение температуры воды на поверхности Охотского моря в феврале в максимальные (а), умеренные (б) и минимальные (в) по ледовитости годы, $^{\circ}\text{C}$

Fig. 1. Distribution of surfaces temperature of the Okhotsk Sea in maximal (а), moderated (б) and minimal (в) ice cover years (February), $^{\circ}\text{C}$

Соленость воды на поверхности в феврале

Соленость воды зимой имеет максимальные значения вследствие осолонения вод за счет льдообразования. В годы с максимальной ледовитостью на всей акватории моря наблюдается повышенная соленость воды, которая изменяется в пределах $33,00 - 33,25 \text{ ‰}$ (рис. 2, а). На свободной ото льда поверхности отмечаются наименьшие значения солености воды — $33,0 \text{ ‰}$. Повышенные значения солености воды ($33,25 \text{ ‰}$) наблюдаются на акватории с серыми льдами.

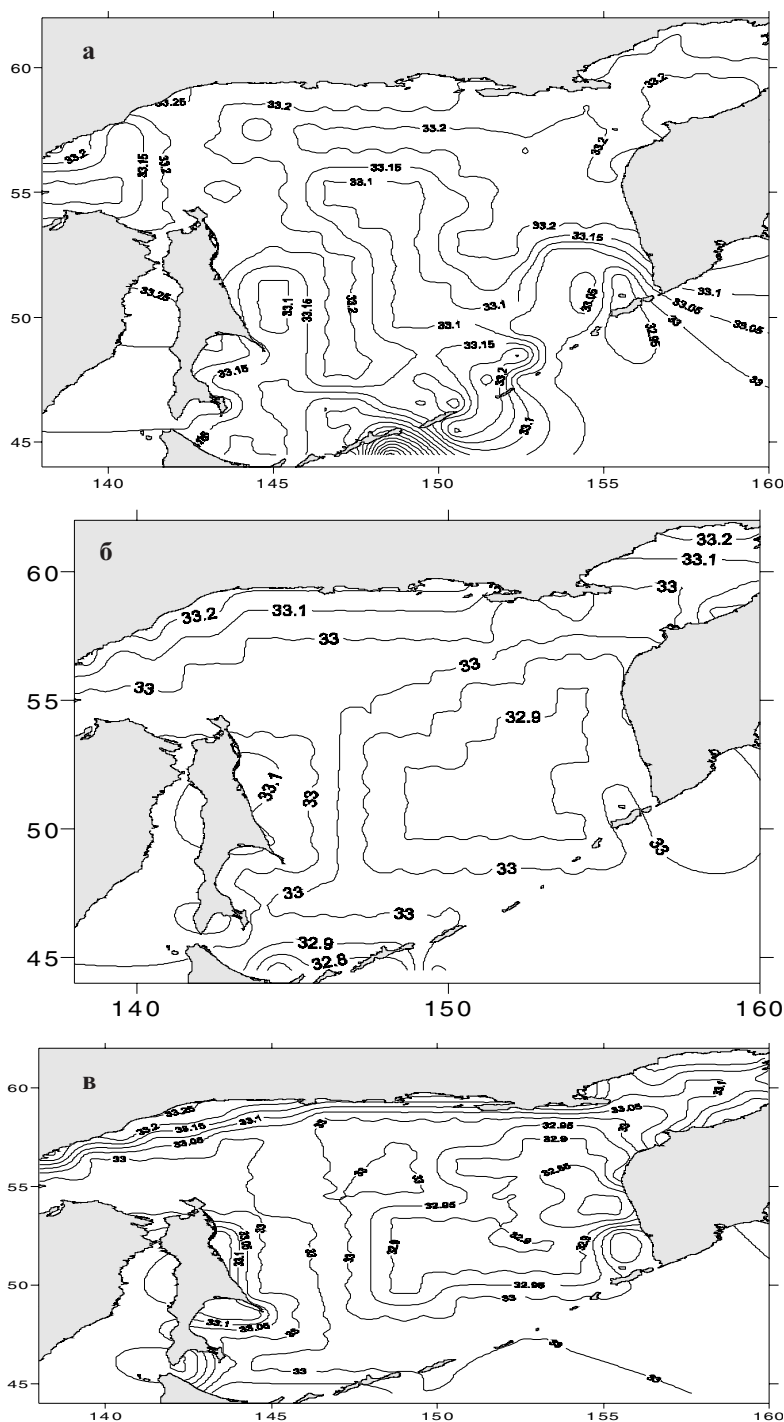


Рис. 2. Распределение солености воды на поверхности Охотского моря в феврале в максимальные (а), умеренные (б) и минимальные (в) по ледовитости годы, ‰

Fig. 2. Distribution of surfaces salinity of the Okhotsk Sea in maximal (а), moderated (б) and minimal (в) ice cover years (February), psu

Соленость воды в годы с умеренной ледовитостью изменяется в пределах 32,90–33,25 ‰ (рис. 2, б). По всей акватории моря воды менее соленые, чем в годы с максимальной ледовитостью. Наименьшие значения солености воды (32,9–33,0 ‰) наблюдаются на свободной ото льда поверхности. Наибольшая соленость воды (33,25 ‰) отмечается в районах образования серых льдов на североохотском шельфе и в зал. Шелихова.

В годы с минимальной ледовитостью соленость воды Охотского моря изменяется в пределах от 32,80 до 33,25 ‰ (рис. 2, в). На свободной ото льда поверхности моря, занимающей большую площадь, чем в годы иных типов ледовитости, наблюдаются наименьшие значения солености воды (от 32,8 до 33,0 ‰). Воды с пониженной соленостью (32,9 ‰) отмечаются южнее 57° с.ш. Наибольшие значения солености воды (33,25 ‰) наблюдаются в районе образования серых льдов.

Составленные по данным наблюдений карты позволили рассчитать поля плотности воды на середину зимнего периода в разные по ледовитости годы.

Плотность воды на поверхности в феврале

Осенью, до начала льдообразования, плотность воды в Охотском море повышается за счет снижения температуры воды, затем вступает в действие процесс льдообразования.

В феврале плотность воды Охотского моря увеличивается только за счет повышения солености воды при льдообразовании. В годы с максимальной ледовитостью плотность воды имеет максимальные значения, изменяясь на свободной ото льда поверхности моря от 26,51 до 26,76 усл. ед., а на площади моря, занятой льдами, от 26,63 до 26,76 усл. ед. (рис. 3, а).

В годы с умеренной ледовитостью воды Охотского моря менее плотные и изменяются на свободной ото льда поверхности моря от 26,25 до 26,55 усл. ед., а на площади моря, занятой льдами, от 26,35 до 26,74 усл. ед. (рис. 3, б).

При минимальной ледовитости воды имеют по сравнению с зимами других типов: наименьшую соленость и меньшую плотность на свободной ото льда поверхности моря от 26,21 до 26,72 усл. ед., на площади моря, занятой льдами, от 26,36 до 26,76 усл. ед. (рис. 3, в).

Карты с учетом ледяного покрова могут быть использованы для расчета поверхностных течений, экологических характеристик, биологических показателей и других гидрологических параметров.

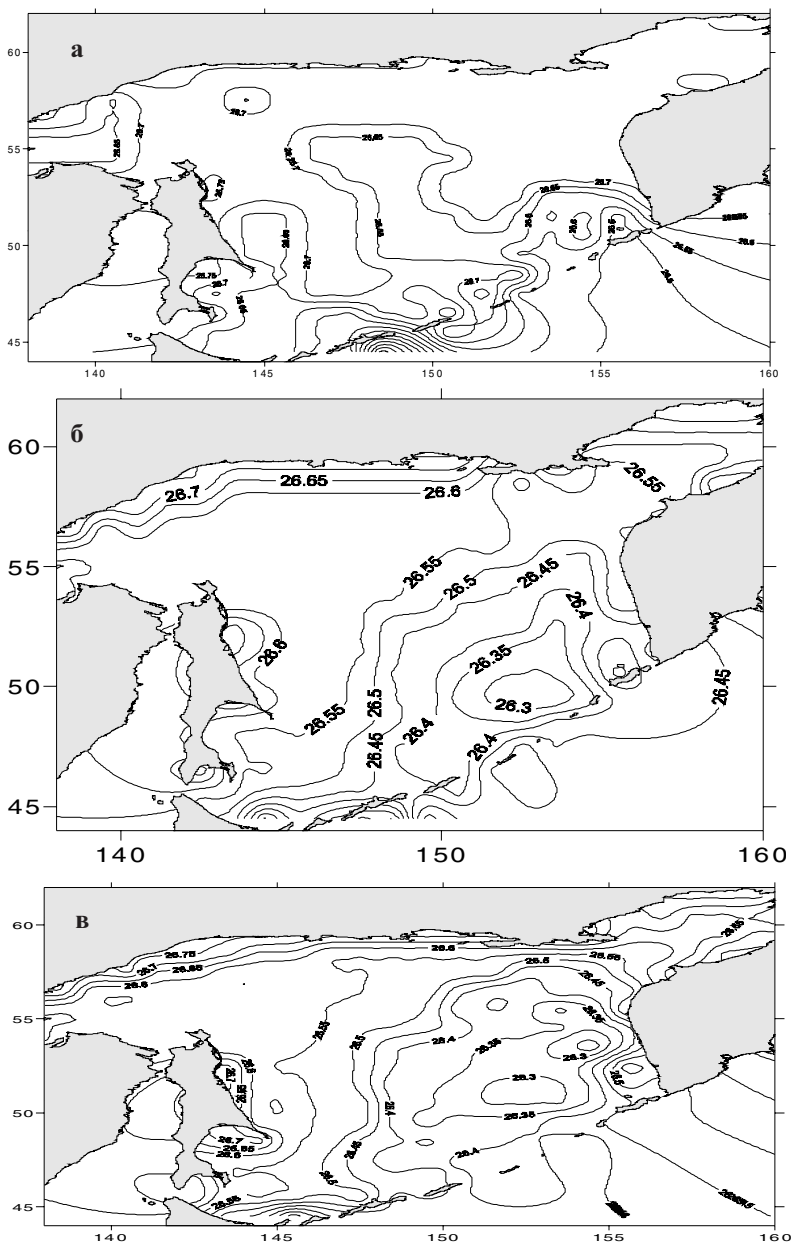


Рис. 3. Распределение плотности воды (усл. ед.) на поверхности Охотского моря в феврале в максимальные (а), умеренные (б) и минимальные (в) по ледовитости годы

Fig. 3. Distribution of surface density (spec. unit) of the Okhotsk Sea in maximal (а), moderated (б) and minimal (в) ice cover years (February)

Литература

Лучин В.А. Гидрологический режим // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Том 9: Охотское море, вып. 1: Гидрометеорологические условия. — СПб.: Гидрометеороиздат, 1998. — С. 99–175.

Малинин В.Н. Общая океанология. Ч. 1. Физические процессы. — СПб., 1998. — 341 с.

Международная символика для морских ледовых карт и номенклатура морских льдов. — Л.: Гидрометеороиздат, 1984. — 140 с.

Чернявский В.И. О некоторых вопросах прогнозирования типа термического режима в Охотском море // Изв. ТИНРО. — 1973. — Т. 86. — С. 49–55.

Чернявский В.И. Особенности формирования термики деятельного слоя Охотского моря // Океанологические основы биологической продуктивности вод северо-западной части Тихого океана. — Владивосток: ТИНРО, 1992. — С. 91–104.

Yakunin L.P. Temperature and Salinity of Surfase Water of the Okhotsk Sea of Extreml Periods of Year // The Eighth Intern. Simpos. on Okhotsk Sea and Sea Ice: Abstracts. — Mombetsu, Japan, 1993. — P. 361–363.

Поступила в редакцию 4.12.06 г.