ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ
УДК 551.465.46(268.42)
ББК 26.221.371(915)
https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-2-34-38

Check for updates
CC BY 4.0

Случаи апвеллинга в Гренландском море

Шумахер Д.А.[1], ✉, **Шилин М.Б.**[2]

[1] ООО «Сирин», Санкт-Петербург, Россия
[2] ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», Санкт-Петербург, Россия
✉dshumaher55@yandex.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты работ по изучению прикромочной зоны Гренландского моря, в ходе которых были отмечены случаи апвеллинга — подъема глубинных вод к поверхности вблизи кромки льда. Горизонтальные изменения температуры воды отмечались не только в глубинных слоях, но и на поверхности. Температура воды вблизи поверхности под ледяным полем сплоченностью 6–7 баллов была примерно на 0,3–0,5 °С выше, чем в районах, свободных от льда, а соленость верхнего 30-метрового слоя прикромочной зоны была примерно на 0,5–3,0 ‰ меньше той солености, которая характерна для центральной части Гренландского моря.
Ключевые слова: Гренландское море, апвеллинг, температура морской воды, соленость морской воды, прикромочная зона, гидрологические разрезы
Конфликт интересов: авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.
Для цитирования: Шумахер Д.А., Шилин М.Б. Случаи апвеллинга в Гренландском море. *Арктика и инновации*. 2025;3(2):34–38. https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-2-34-38

Upwelling events in the Greenland Sea

Dmitry A. Shumakher[1], ✉, **Mikhail B. Shilin**[2]

[1]Sirin LLC, St. Petersburg, Russia
[2]Rusian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, Russia
✉dshumaher55@yandex.ru

Abstract. This article presents the research works conducted in the marginal area of the Greenland Sea. During the research period, upwelling events, i.e., the rise of deep waters to the surface near the ice edge, were observed. Horizontal changes in water temperature were noted not only in the deep layers, but also on the surface. The water temperature near the surface under the ice field with a density of 6–7 mark was about 0.3–0.5°C higher than in ice-free areas; the salinity of the upper 30-meter layer of the marginal area was about 0.5–3.0‰ less than the salinity typical of the central part of the Greenland Sea.
Keywords: Greenland Sea, upwelling, seawater temperature, seawater salinity, marginal area, hydrological sections
Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.
For citation: Shumakher D.A., Shilin M.B. Upwelling events in the Greenland Sea. *Arctic and Innovation*. 2025;3(2):34–38. https://doi.org/10.21443/3034-1434-2025-3-2-34-38

© Шумахер Д.А., Шилин М.Б., 2025

Введение

Апвеллинг — выход холодных вод на поверхность — наблюдается во многих районах Мирового океана. Постоянный апвеллинг характерен для побережья Перу. У побережья Крыма летом под влиянием сгонных ветров температура воды за несколько часов может понизиться с 22–23 до 8–9 °С. Отмечены случаи эпизодического прибрежного апвеллинга и в Балтийском море [1, 2]. В Гренландском море также наблюдаются случаи подъема глубинных вод к поверхности. В связи с тем что температура воды в нижележащих слоях теплее, что обусловлено влиянием Гольфстрима, на поверхность будут выходить более теплые глубинные воды.

Результаты работ

Серия работ по изучению прикромочной зоны Гренландского моря была выполнена в 1988–1989 гг. Гидрологические разрезы выполнялись двумя судами преимущественно перпендикулярно кромке льда. Вертикальное зондирование водных масс осуществлялось с помощью гидрологического зонда «Комплекс-1М» через 3 мили, а при приближении к кромке — через 2 мили.

Часть станций была выполнена во льду сплоченностью 1–2 и 6–7 баллов. Схема гидрологических разрезов представлена на рис. 1. Вертикальное распределение температуры и солености морской воды на всех разрезах приведено на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что на всех разрезах вблизи кромки льда или на расстоянии 3–5 миль от нее отмечается подъем теплых соленых глубинных вод к поверхности.

В связи с этим температура воды на отдельных горизонтах повышается на 1,5–2,0 °С, а максимальный горизонтальный градиент температуры воды на них может достигать 0,75 °С на милю.

При температуре воздуха –3 °С и скорости ветра 8–10 м/с подъем теплых глубинных вод вызван, по-видимому, наличием устойчивого ледяного покрова. Под влиянием

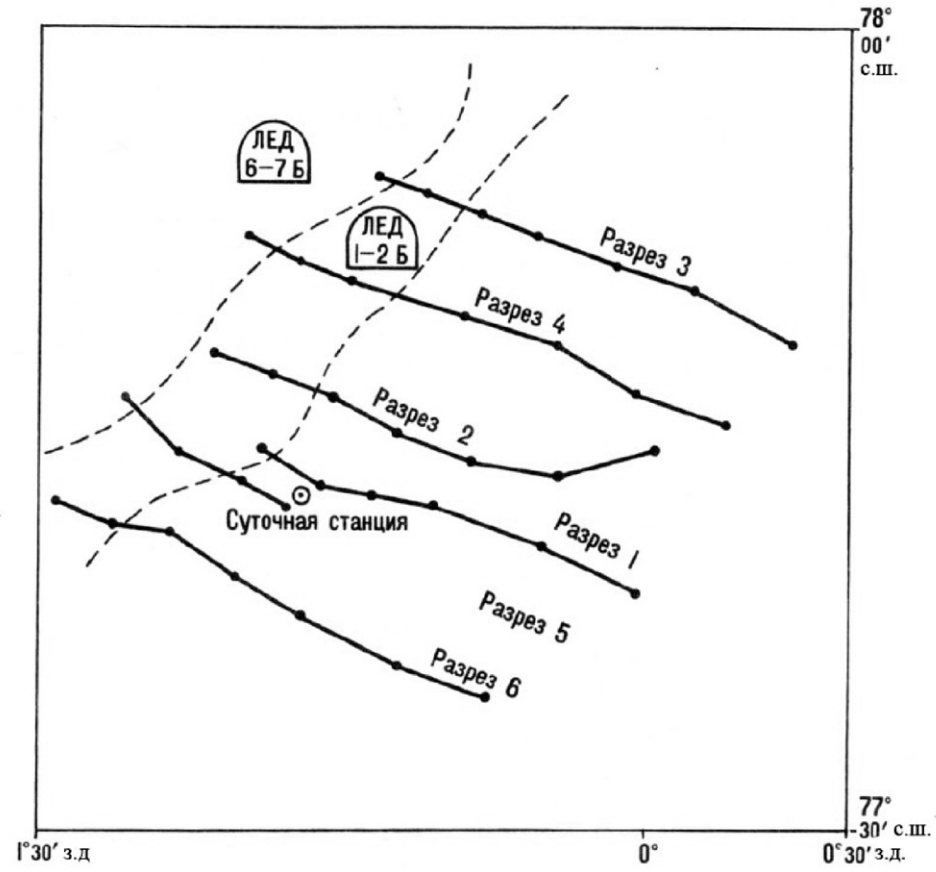

Рис. 1. Схема гидрологических разрезов

Fig. 1. Diagram of hydrological sections

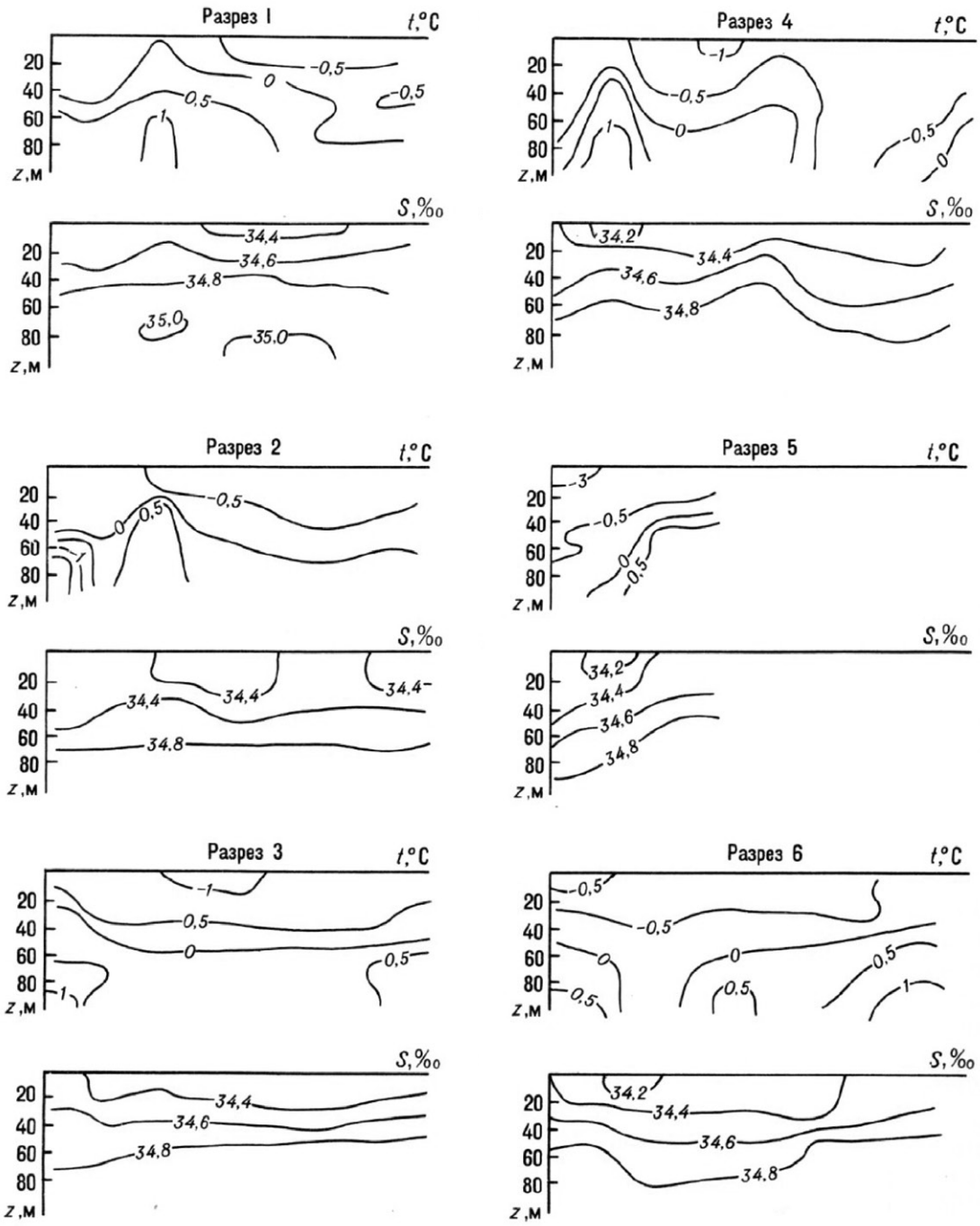

Рис. 2. Вертикальное распределение температуры и солености морской воды на разрезах

Fig. 2. Vertical distribution of seawater temperature and salinity in sections

сгонных ветров холодные воды уходят от кромки льда, а на их место поднимаются более теплые глубинные воды. При этом могут образовываться теплые антициклонические вихри диаметром 20–30 миль. Время жизни подобных образований составляет несколько суток [3]. По данным наблюдений на суточной станции, выполненных на одном из судов, явление подъема теплых глубинных вод в течение суток сохранялось.

Горизонтальные изменения температуры воды отмечались не только в глубинных слоях, но и на поверхности. Температура воды вблизи поверхности под ледяным полем сплоченностью 6–7 баллов была примерно на 0,3–0,5 °С выше, чем в районах, свободных от льда. Горизонтальный градиент температуры воды достигал при этом 0,1 °С на милю.

Как показали проведенные исследования, в прикромочной зоне изменения проис-

ходят не только в поле температуры воды, но и в поле солености. В целом соленость верхнего 30-метрового слоя прикромочной зоны примерно на 0,5–3,0 ‰ меньше той солености, которая характерна для центральной части Гренландского моря.

В заключение следует сказать, что в прикромочной зоне изменяется не только гидрология, но и оптические свойства масс. Так, прозрачность вод в районе кромки уменьшилась почти вдвое по сравнению с центральной частью Гренландского моря, изменился и цвет воды.

Выводы

1. Прикромочные зоны в Гренландском море характеризуются наличием апвеллингов, а также локальных фронтальных зон вблизи кромки льда и мезомасштабных вихревых структур диаметром 20–30 миль и перепадами температуры воды до 2 °С и солености до 3 ‰.

2. При изучении особенностей гидрологической и гидролого-акустической структуры прикромочных зон целесообразно проводить полигонные съемки с расстоянием между станциями от 2 до 5 миль, сокращая расстояние по мере приближения к кромке льда.

Литература

1. Бычкова И.А., Викторов С.В., Шумахер Д.А. О связи крупномасштабной атмосферной циркуляции и процессов возникновения прибрежного апвеллинга в Балтийском море. Метеорология и гидрология. 1988;(10):91–98.
2. Шумахер Д.А., Шилин М.Б. Прибрежный апвеллинг и его влияние на продуктивность экосистем в Балтийском море. В: География Мирового океана на службе рационального использования морских ресурсов: Тез. докл. IV Всесоюз. конф. по географии Мирового океана, Калининград, сент. 1989 г. Ленинград: ГО СССР; 1989, с. 102.
3. Богородский П.В., Иванов Б.В. Особенности мезомасштабного взаимодействия океана и атмосферы в районе Гренландского моря. Метеорология и гидрология. 1987;(10):69–71.

References

1. Bychkova I.A., Viktorov S.V., Shumakher D.A. On the relationship between large-scale atmospheric circulation and the processes of coastal upwelling in the Baltic Sea. Meteorologiya i Gidrologiya. 1988; (10):91–98. (In Russ.).
2. Shumakher D.A., Shilin M.B. Coastal upwelling and its impact on ecosystem productivity in the Baltic Sea // tez. dokl. 4 All-Union. Conference «Geography of the World Ocean in the service of Russian and Spanish marine resources»; 1989, p. 102. (In Russ.).
3. Bogorodskii P.V., Ivanov B.V. Features of mesoscale interaction of ocean and atmosphere in the Greenland Sea area. Meteorologiya i Gidrologiya. 1987; (10):69–71. (In Russ.).

Сведения об авторах

Шумахер Дмитрий Александрович — кандидат географических наук, старший научный сотрудник ООО «Сирин», Санкт-Петербург, Россия
195253, г. Санкт-Петербург, ул. Стасовой, 8, кв. 71.
тел.: +7 (911) 736-28-86
e-mail: dshumaher55@yandex.ru

Шилин Михаил Борисович — доктор географических наук, профессор, Российский государственный гидрометеорологический университет
195027, г. Санкт-Петербург, Большеохтинский пр., д. 15, корп. 1, кв. 3.
тел.: +7 (921) 902-45-65
e-mail: shilin@rshu.ru

Information about the authors

Dmitry A. Shumakher — Cand. Sci. (Geography), Senior Researcher, LLC «Sirin», St. Petersburg, Russia
195253, St. Petersburg, Stasovoj str., 8 app. 71.
tel: +7 (911) 736-28-86e-mail:
e-mail: dshumaher55@yandex.ru

Mikhail B. Shilin — Dr. Sci. (Geography), Professor, Russian State Hydrometeorological university
195027, St. Petersburg, Bolsheokhtinskij pr., 15 corp. 1 app. 3.
tel.: +7 (921) 902-45-65
e-mail: shilin@rshu.ru

Вклады авторов

Шумахер Д.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и анализ данных, формулирование выводов, интерпретация результатов.
Шилин М.Б. – редактирование текста и подготовка рукописи

Authors contribution

Dmitry A. Shumakher — the study conception and design, data collection, analysis and interpretation of results, formulation of conclusions and manuscript preparation.
Mikhail B. Shilin — text edition and manuscript preparation.