

*РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ОКЕАНОЛОГИИ ИМ. П.П. ШИРШОВА РАН*

**ГЕОЛОГИЯ
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**

**Материалы XXV Международной научной конференции
(Школы) по морской геологии**

Москва, 13–17 ноября 2023 г.

Том I

**GEOLOGY
OF SEAS AND OCEANS**

**Proceedings of XXV International Conference on Marine
Geology**

Moscow, November 13–17, 2023

Volume I

Москва / Moscow
ИО РАН / IO RAS
2023

ББК 26.221
Г35
УДК 551.35

Геология морей и океанов: Материалы XXV Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. I. – М.: ИО РАН, 2023. – 282 с.

В настоящем издании представлены доклады морских геологов, геофизиков, геохимиков и других специалистов на XXV Международной научной конференции (Школе) по морской геологии, опубликованные в четырех томах.

В томе I рассмотрены проблемы изучения полярных регионов, а также исследований по проблеме «Система Белого моря».

Доклады опубликованы в авторской редакции.

Ответственный редактор к.г.-м.н. Н.В. Политова

Рецензенты

академик Л.И. Лобковский, д.г.-м.н. М.А. Левитан,

д.г.-м.н. А.Е. Рыбалко, д.г.-м.н. И.А. Немировская, к.г.-м.н. М.Д.

Кравчишина

Geology of seas and oceans: Proceedings of XXV International Conference on Marine Geology. Vol. I. – Moscow: IO RAS, 2023. – 282 pp.

The reports of marine geologists, geophysicists, geochemists and other specialists of marine science at XXV International Conference on Marine Geology in Moscow are published in four volumes.

Volume I includes reports devoted to the problems of research of polar regions, and also of the investigations on problem “White Sea system”.

Захаров В.Г.

(Геологический институт Российской Академии наук, г. Москва, e-mail: zakharov_vg@mail.ru)

Оппозиция режима ледовитости в морях трассы Северного морского пути в XX–XXI вв.

Zakharov V.G.,

(Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow)

Opposition of the ice cover regime in the seas of Northern Sea Way in the XX–XXI centuries

Ключевые слова: ледовая оппозиция, сибирские арктические воды (САВ), морские льды, элементарные циркуляционные механизмы (ЭЦМ)

Главной особенностью изменений ледовых условий в Сибирских арктических водах (САВ) и на трассе Северного морского пути является оппозиция в ходе ледовитости Карского и Восточно-Сибирского морей. 72% случаев колебаниям ледовитости в Карском море соответствуют противоположные по знаку вариации ее в Восточно-Сибирском. В 28% случаев изменения ледовитости имели в этих морях один и тот же знак. Однозначные изменения ледовитости на всем Северном морском пути крайне редки [1].

Основные этапы сезонных изменений ледовых условий в морях сибирских арктических вод

С ноября по май моря САВ покрыты практически сплошным льдом толщиной до 2 м (конец зимы). Около четверти площади морей (0.625 км² x 10⁶) занято припаем. Нигде в Арктике (кроме проливов Канадского Арктического Архипелага) неподвижные льды не развиты так широко, как у сибирского побережья [1].

Местами кромка припая уходит в море на сотни километров, где распространены дрейфующие льды. При отжимных ветрах эти льды отступают от кромки, образуя заприпайные полыньи. В ряде районов зимний ветровой режим создает условия, когда заприпайные полыньи существуют стационарно (например, Новосибирская полынья).

Однолетние льды – распространены на большей части САВ. Многолетние льды – постоянно присутствуют лишь в Восточно-Сибирском море, где занимают в среднем до 20% площади, заметно увеличиваясь в отдельные годы. Признаки разрушения льда у кромки появляются в мае. Процесс очищения заметен со второй половины июня (продолжается около трех месяцев). Новое ледообразование среди остаточных льдов на севере морей начинается во второй половине сентября. Интенсивное распространение на чистую воду – в конце сентября – начале октября. Становление сплошного льда (от Новой Земли до Берингова пролива) завершается к началу ноября [1].

Особенности изменений ледовых условий на трассе Северного морского пути

Наиболее важные особенности в изменении ледовых условий на трассе Севморпути (с начала освоения в 1932 г.) в основном отражает рис. 1. Эти особенности состоят в следующем:

1) ледовитость САВ испытывает значительные изменения от года к году; 2) отчетливо выражена группировка лет по тяжести ледовых условий: периоды повышенной ледовитости сменяются периодами пониженной. Это наиболее выражено в сентябре; 3) ход ледовитости в основном остается неизменным в течение всего летнего сезона; 4) многолетний минимум ледовитости во временном интервале 1932–1991 гг. пришелся на конец 1930 – начало 1940-х гг.; 5) амплитуда колебаний ледовитости в САВ убывает в восточном направлении и к западу от Новой Земли.

Отметим хорошую согласованность хода годовых и сентябрьских изменений площадей льда в САВ (рис. 1).

Главной особенностью изменений ледовых условий в САВ на трассе Севморпути, является оппозиция в ходе ледовитости Карского и Восточно-Сибирского морей.

Оппозиция достаточно четко выражена в климатических и межгодовых изменениях льдов. В 72% случаев росту и падению ледовитости в Карском море соответствуют противоположные по знаку изменения ее в Восточно-Сибирском. Лишь в 28% случаев изменения ледовитости от года к году имели в этих морях один и тот же знак. Отчетливая оппозиция в ходе ледовитости между западными и восточными арктическими морями позволяет говорить о том, что периодам ухудшения ледовых условий на западном участке соответствует обратная картина на восточном. Однозначные изменения ледовитости на всем Севморпути крайне редки [1].

Ледовая оппозиция Карского и Восточно-Сибирского морей, как важный арктический фактор, наиболее полно была изучена в 1990-е и 2000-е гг. [1, 3].

Указанные данные согласуются с результатами нашего анализа ежедневной смены элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) для 1941–1945 гг., выбранных из Календаря последовательной смены ЭЦМ Северного полушария [2].

Рассмотрение динамических схем ЭЦМ периодов ледовых проводок по Севморпути позволило выявить оппозицию и в характере циркуляции атмосферы над Карским и Восточно-Сибирским морями (прорывы циклонов, или холодные арктические вторжения).

Ниже приведены несколько примеров рассмотрения атмосферных циркуляционных и ледовых процессов в периоды проведения ледовых операций Военно-морского флота на Севморпути в 1941–1945 гг. [4].

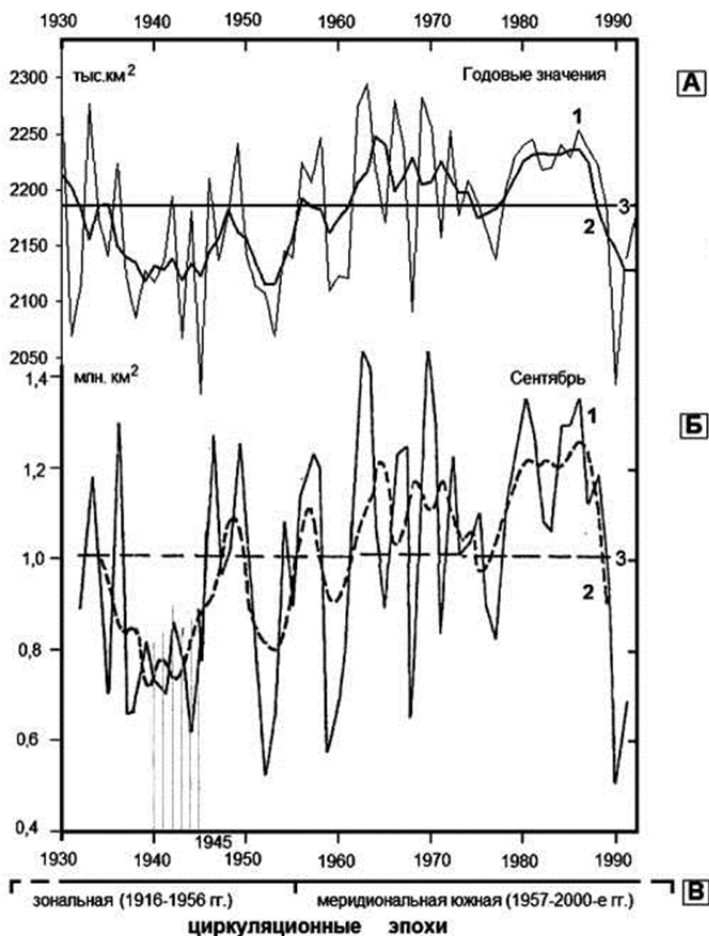


Рисунок 1. Изменения площади льдов на трассе Севморпути в 1932–1994 гг. А – ход годовых значений ледовитости [1]; Б – ход значений для сентября [1]; В – границы циркуляционных эпох [2]. 1 – средние годовые значения ледовитости, 2 – 5-летние скользящие средние, 3 – средние значения

1. В конце июля 1941 г. в сквозное плавание по трассе Севморпути вышли 5 судов из Архангельска в сопровождении ледокола «Красин». В начале октября караван прибыл в бухту Провидения. Из рассмотренных 79 дней ледовой проводки, обеспеченных динамическими схемами типов ЭЦМ, 60 дней (76%) караван продвигался в нормальных условиях.

В 64 случаях (80%) из 79 дней на трассе Севморпути наблюдалась оппозиция в ходе ледовитости Карского и Восточно-Сибирского морей.

При анализе ежедневной смены ЭЦМ для 1941–1942 гг. выявлено:

В 78% случаев колебаний (роста и уменьшений) ледовитости в Карском море соответствовали противоположные по знаку изменения ее в Восточно-Сибирском. В 22% случаев ледовая оппозиция в этих морях не наблюдалась.

Подсчеты показали: с учетом суровой зимы 1941–1942 гг. случаи ледовой оппозиции между западными и восточными арктическими морями проявлялись чаще – 78% против 72% по межгодовым значениям [4].



Рисунок 2. Изменение сплоченности льдов сибирского побережья от десятилетия 1946–1955 гг. к десятилетию 1955–1960 гг. в первой декаде сентября, баллы [1].

2. *Зима 1941–1942 гг.* характеризовалась тяжелыми льдами в морях Белом, Лаптевых, Восточно-Сибирском, Чукотском.

При анализе ежедневной смены ЭЦМ для 1941–1942 гг. было выявлено: в течение года ледовая оппозиция между Карским и Восточно-Сибирским морями проявлялась в 78% случаев.

Число случаев ледовой оппозиции между западными и восточными арктическими морями (с ноября 1941 по апрель 1942 г.) составило 75%. В 25% случаев ледовая оппозиция на западе и востоке Севморпути не проявлялась.

В июне 1942 г. командованием ВМФ была проведена переброска Севморпутем четырех боевых кораблей с Дальнего Востока на Северный флот (экспедиция особого назначения ЭОН-18).

За 92 дня перехода число случаев ледовой оппозиции между западными и восточными арктическими морями составило 71% (65 дней). В 29% случаев ледовая оппозиция на западе и востоке Севморпути не проявлялась.

Заключение

Рассмотрение глобальных атмосферных и ледовых условий в годы указанных экспедиций проводилось на основе Классификаций элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) Северного полушария [2] и полей дрейфа льдов в Арктическом бассейне [5]. В результате анализа

приведенных классификаций и сведений о гидрометеорологических условиях на трассе Севморпути 1941–1945 гг. были определены типы ЭЦМ, действующие в периоды основных ледовых операций флота.

Выделены группы ЭЦМ, при действии которых удавалось осуществление сквозных плаваний судов по всей трассе Севморпути. Были также выявлены ЭЦМ, действующие при длительных плаваниях судов в тяжелых льдах. В этих условиях ледовые проводки судов неоднократно прерывались вынужденными зимовками в промежуточных портах Севморпути. Чаще всего это обуславливалось проявлением оппозиции в ходе ледовитости Карского и Восточно-Сибирского морей (до 71–80% случаев в ходе рассмотренных ледовых операций).

FMMG-2023-0005.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров В.Ф. Морские льды в климатической системе. - СПб: Гидрометиздат. 1996. 213 с.
2. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. М., 2009. 372 с.
3. Захаров В.Ф. Изменение состояния морских арктических льдов // Формирование и динамика современного климата Арктики. СПб., 2004. С. 112–135.
4. Захаров В.Г. Особенности командования действиями флота на трассе Севморпути в период Великой Отечественной войны (на основе анализа данных гидрометеорологической информации) // Государственные и общественные организации в управлении Арктикой: прошлое, настоящее, будущее / Полярные чтения на ледоколе «Красин», 2019. М.: Паулсен, 2020. С. 405–417.
5. Горбунов Ю.А., Лосев С.М., Дымент Л.Н. Поля дрейфа льда в Арктическом бассейне при типовых барических ситуациях. Справочное пособие. СПб., 2008. 35 с.

The main feature of changes in ice conditions in the Siberian Arctic waters (SAW) and, on the route of the Northern Sea Way, is opposition in the course of the ice coverage of the Kara and East Siberian Seas. In 72% of cases, fluctuations in ice coverage in the Kara Sea correspond to its opposite in sign variations in the East Siberian Sea. In 28% of cases, changes in ice cover in these seas had the same sign. Unambiguous changes in ice cover along the entire Northern Sea Way are extremely rare [1].