

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ ТЕКТОНИКИ И ГЕОДИНАМИКИ  
ПРИ ОНЗ РАН  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ГИН РАН)  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ МГУ им. М.В. ЛОМОНОСОВА



# ТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА ЗЕМНОЙ КОРЫ И МАНТИИ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ-2024

Материалы LV Тектонического совещания

Том 1

Москва  
ГЕОС  
2024

УДК 549.903.55 (1)

ББК 26.323

Т 76

**Тектоника и геодинамика Земной коры и мантии: фундаментальные проблемы-2024. Материалы LV Тектонического совещания. Т. 1.** М.: ГЕОС, 2024. 289 с.

ISBN 978-5-89118-881-5

DOI 10.34756/GEOS.2024.17.38796

Ответственный редактор

*К.Е. Дегтярев*

*На 1-ой стр. обложки:*

*Гляциодислокации в верхнемеловых отложениях р. Коньячной,*

*Западный Таймыр*

*(Фото М.А. Рогова, 2021)*

© ГИН РАН, 2024

© Издательство ГЕОС, 2024

12. *Merkouriev S., DeMets C.* High-resolution Quaternary and Neogene reconstructions of Eurasia–North America plate motion // *Geophys. J. Int.* 2014. V. 198. P. 366–384.

**В.Г. Захаров<sup>1</sup>**

---

## **Оппозиция гидролого-климатических и атмосферных процессов вдоль трассы Севморпути в XX–XXI вв.**

Под оппозицией понимается разнонаправленность гидрометеорологических процессов в различных районах Арктики, впервые отмеченная В.Ю. Визе в 1926 г.

В Северной полярной области и на трассе Севморпути оппозиции природных процессов отчетливо проявляются в ряде характеристик климата, динамики течений, морских льдов, ледников, атмосферной циркуляции, а также взаимосвязей поверхностных течений Северного Ледовитого океана (СЛО) с гравитационным полем бассейна [1–6].

### **Особенности проявления климатической оппозиции в Северной полярной области**

В практическом отношении климатическая оппозиция состоит, в том, что благоприятные условия ледовых проводок в западном районе арктического океана и в сибирских арктических водах (САВ) часто сопровождаются тяжелыми условиями в восточном и, наоборот. Крайне редко благоприятные условия плавания отмечаются сразу на всей трассе Севморпути.

Районами наиболее активной оппозиции являются, с одной стороны, северная часть Баренцева моря, с другой – Чукотское море. Анализ материалов многолетних гидрометеорологических наблюдений показывает, что тенденция к оппозиции в этих районах прослеживается на всех стадиях современных колебаний климата Арктики. Так, потепление Арктики в 20–30-е годы XX столетия охватило не всю Арктику, а получило наибольшее развитие в атлантическом секторе и сопровождалось значительным уменьшением ледovitости, смещением к северу ареалов флоры и фауны. В это же время в тихоокеанском секторе изменения в климатической системе носили противоположный характер, хотя были значительно менее

---

<sup>1</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия

интенсивны. В 1940-х годах произошла смена фаз колебаний: на западе стало развиваться похолодание, на востоке – потепление [2].

### **Внешнее гравитационное поле Земли и циркуляция вод Северного Ледовитого океана**

Гравитационное поле бассейна Северного ледовитого океана согласно [6] разделяется на четыре сектора.

*Сектор СЛО между меридианами 0–90° в.д.* характеризуется переменным гравитационным полем очаговой структуры. Это район Северной Атлантики, Норвежское, Гренландское и Баренцево моря с прилегающим сектором центральной части Арктического бассейна и Карским морем. Вдоль границы сектора 90–180° в.д. (между меридианами 170–180° в.д.) проходит Трансарктическое течение, направленное из района о. Врангеля к полюсу и далее к проливу Фрама.

Локализация Трансарктического течения определяется характером гравитационного поля к западу и востоку от него. Западнее меридиана 170° в.д. и самого течения располагается обширная область отрицательных аномалий силы тяжести с преобладающей циклонической циркуляцией вод. Восточнее меридиана 180° и направления Трансарктического течения гравитационное поле характеризуется в основном положительными аномалиями силы тяжести и антициклонической циркуляцией вод. Сами же области отрицательных и положительных гравитационных аномалий западнее и восточнее Трансарктического течения находятся в состоянии хорошо выраженной оппозиции по отношению к нему (рис. 1).

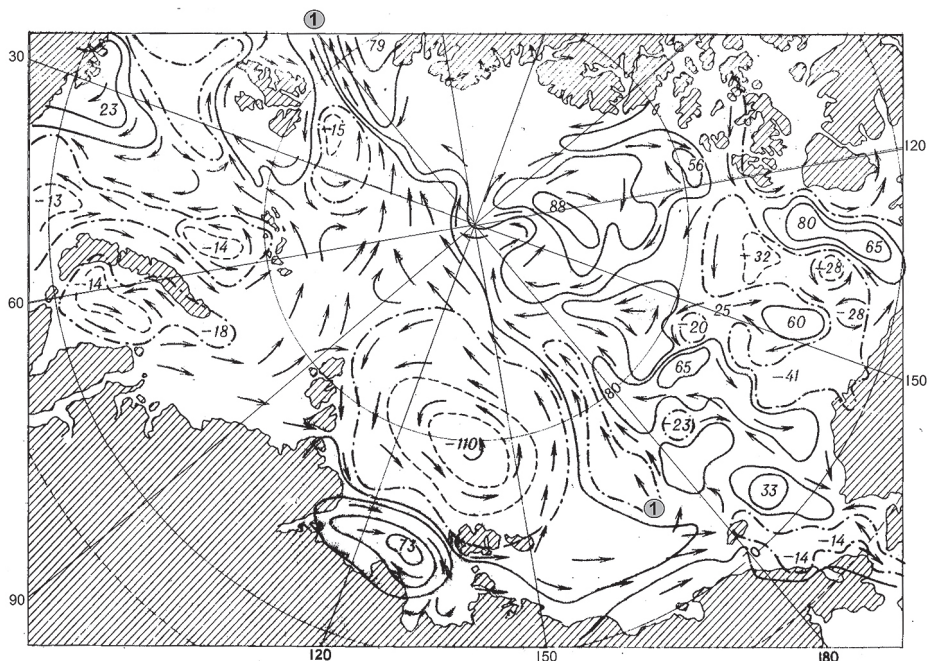
*Сектор СЛО от 0 до 90° з.д.* занимает значительно меньшую площадь и представляет собой малоградиентное поле с преобладанием незначительных положительных аномалий силы тяжести.

*Сектор СЛО от 90 до 180° в.д.* имеет преимущественно отрицательные аномалии силы тяжести. Область в центре этого района характеризуется наибольшим значением отрицательной аномалии (-110 мгал) и располагается внутри крупной циклонической системы циркуляции.

*Сектор СЛО от 170° в.д. до 90° з.д.* характеризуется преимущественно положительными аномалиями силы тяжести с небольшими областями отрицательных аномалий. Это район Канадской котловины, в которой осуществляется антициклоническая циркуляция вод.

### **Особенности проявления ледовой оппозиции на трассе Севморпути**

Моря к северу от побережья Сибири – Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское – область особых интересов России в Арктике.



**Рис. 1.** Схематическое распределение аномалий силы тяжести и постоянная циркуляция вод в Северном Ледовитом океане (изолинии проведены через 20 мгал, цифрами указаны отдельные значения аномалий.) [6],  
1-1 – Трансарктическое течение

Здесь проходит Северный морской путь – главная транспортная артерия, связывающая северную окраину страны с ее европейскими и развивающимися дальневосточными портами.

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, доминирующая в 72% известных случаев [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 ( $0.625 \text{ км}^2 \times 10^6$ ) занято припаем [1].

Местами кромка припая уходит в море на сотни километров, где распротранены дрейфующие льды. При отжимных ветрах эти льды отсту-

пают от кромки, образуя заприпайные полыньи. В ряде районов зимний ветровой режим создаёт 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, занимая в среднем до 20% площади с максимумами в отдельные годы. Признаки разрушения льда у кромки появляются в мае. Процесс очищения заметен со второй половины июня (продолжается около трёх месяцев). Новое лёдообразование 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**

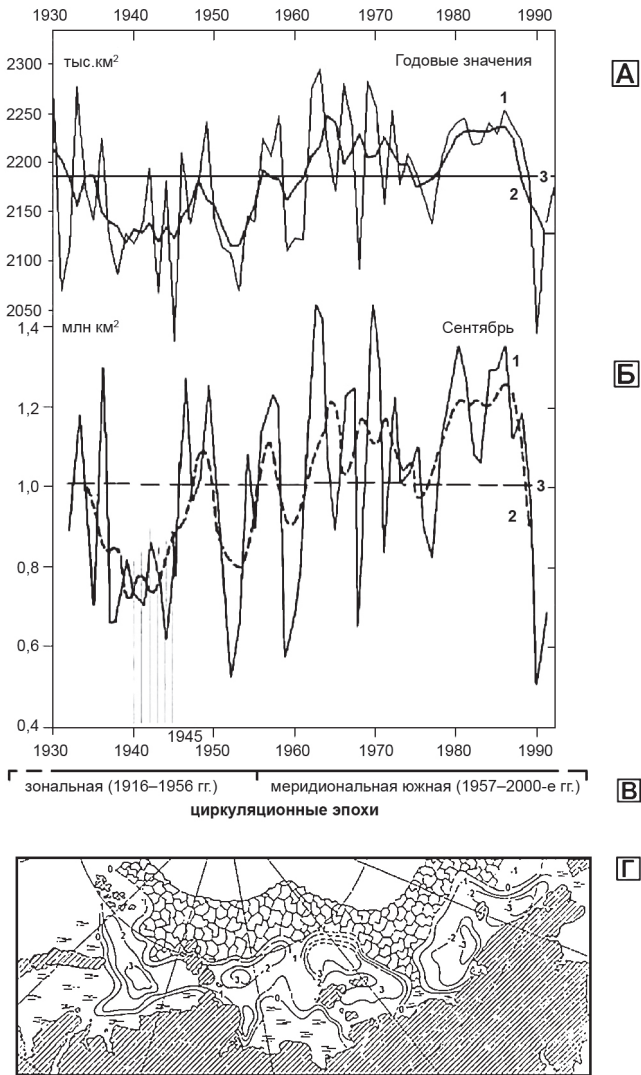
Наиболее важные особенности в изменении ледовых условий на трассе Севморпути отражает рис. 2. Эти особенности состоят в следующем:

1) ледовитость САВ от года к году испытывает значительные колебания с отчётливо выраженной группировкой лет по тяжести ледовых условий (рис. 2); 2) ход ледовитости в основном остаётся неизменным в течение всего летнего сезона; 3) многолетний минимум ледовитости с 1932 по 1991 гг. пришёлся на конец 1930 – начало 1940-х гг.; 4) амплитуда колебаний ледовитости в САВ убывает в восточном направлении и к западу от Новой Земли. Отметим хорошую согласованность хода годовых и сентябрьских изменений

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

Оппозиция достаточно чётко выражена в климатических и межгодовых изменениях льдов. В 72% случаев росту и падению ледовитости в Карском море соответствуют противоположные по знаку изменения её в Восточно-Сибирском. Лишь в 28% случаев изменения ледовитости от года к году имели в этих морях один и тот же знак. Однозначные изменения ледовитости на всём 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].



**Рис. 2.** Динамика льдов на трассе Севморпути в 1930-х–1990-х гг. 1 – изменения площади льдов в 1932–1994 гг.: А – ход годовых значений ледовитости [1]; Б – ход значений для сентября [1]; В – границы циркуляционных эпох [2]. 2 – изменение сплочённости льдов сибирского побережья (В) от десятилетия 1946–1955 гг. к десятилетию 1955–1960 гг. в первой декаде сентября, баллы [1].

На А, Б: 1 – средние годовые значения ледовитости, 2 – 5-летние скользящие средние, 3 – средние значения площадей льда в САВ

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].

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

### Заключение

Рассмотрение глобальных атмосферных и ледовых условий в годы указанных экспедиций проводилось на основе классификаций ЭЦМ Северного полушария [2] и полей дрейфа льдов в Арктическом бассейне [5].

Выделены группы ЭЦМ, при которых удавалось осуществление сквозных плаваний судов по всей трассе Севморпути. Были также выявлены ЭЦМ при длительных плаваниях судов в тяжёлых льдах с вынужденными зимовками. Чаще всего это обуславливалось проявлением оппозиции в ходе ледовитости Карского и Восточно-Сибирского морей (до 71–80% случаев в ходе рассмотренных ледовых операций).

Работа выполнена по теме госзадания № 0135-2019-0076 «Геологические опасности в Мировом океане и их связь с рельефом, геодинамическими и тектоническими процессами».

### Литература

1. *Визе В.Ю.* Гидрологический очерк моря Лаптевых и Восточно-Сибирского // Материалы Комиссии по изучению Якутской АССР. Л.: Изд-во АН СССР. Вып. 5. 1926. 86 с.
2. *Воскресенский А.И., Любарский Л.Н., Петров Л.С.* О климатической оппозиции в Арктике. // Особенности структуры атмосферы полярных районов. Т. 370. Л.: Гидрометеиздат, 1981. С. 131–138.
3. *Захаров В.Ф.* Морские льды в климатической системе. СПб: Гидрометиздат, 1996. 213 с.
4. *Захаров В.Г.* Особенности колебаний ледников Приатлантической Арктики (конец XIX – XXI вв.) // Сложные системы. 2014. № 4 (13). С. 33–45.
5. *Захаров В.Г., Кононова Н.К.* Связь дрейфа льдов в Арктике в XX–XXI веков с циркуляцией атмосферы // Комплексные исследования природы Шпицбергена и прилегающего шельфа. Тезисы докладов XV Всероссийской научной конференции с международным участием. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Мурманский морской биологический институт Российской академии наук. 2020. С. 34–36.



6. Рудяев Ф.Н., Бензема В.Ю. Внешнее гравитационное поле Земли и циркуляция вод Северного ледовитого океана // Долгопериодные изменения гидрометеорологических полей в полярных областях. Т. 371. Л.: Гидрометеорологический институт, 1983. С. 78–95.

**М.Ю. Зубков<sup>1</sup>**

---

## **Использование тектонофизического моделирования при прогнозе углеводородных залежей в бажено-абалакском комплексе Западной Сибири**

Многочисленными литолого-петрофизическими, геофизическими (включая данные сейсморазведки) исследованиями доказано, что коллектора, входящие в состав бажено-абалакского комплекса (БАК) Западной Сибири имеют вторичное тектоно-гидротермальное происхождение [4]. Причем коллектора и углеводородные (УВ) залежи образуются преимущественно в компетентных разновидностях пород, представленных кремнистыми и карбонатными разновидностями, названными мною потенциально продуктивными или сокращенно ППП. В первых формируется трещинный, а во вторых – трещинно-кавернозный типы коллекторов [4]. Если наличие кремнистых и карбонатных пластов в составе БАК определяется достаточно надежно по данным геофизических исследований скважин с использованием комплекса электрических, ядерно-физических и акустических методов, то для выделения зон тектонического дробления, в пределах которых первоначально плотные, практически не обладающие эффективной ёмкостью и проницаемостью кремнистые и карбонатные породы превращаются в коллекторы, необходим дополнительный способ, позволяющий выделять эти зоны. Этим способом, дающим возможность определять зоны тектонического дробления компетентных пластов и превращения их в коллекторы, является метод комбинирования данных сейсморазведки и тектонофизического моделирования [3, 4]. Этот метод основан на пионерских работах В.В. Белоусова и М.В. Гзовского [1, 2]. Прогноз продуктивных зон в БАК осуществляется с использованием двух тектонофизических способов, а именно: оптико-поляризационного и тектоно-седиментационного. Рассмотрим примеры использования этих методов с целью прогноза зон тектоногенной трещиноватости. В качестве

---

<sup>1</sup> ООО «Западно Сибирский Геологический Центр», Тюмень, Россия