



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



Материалы
XXIII
Международной
научной
конференции
(Школы)
по морской
геологии

ГЕОЛОГИЯ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Том II

Москва
2019



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

**ГЕОЛОГИЯ
МОРЕЙ И ОКЕАНОВ**
Материалы XXIII Международной научной конференции
(Школы) по морской геологии

Москва, 18–22 ноября 2019 г.

Том II

**GEOLOGY
OF SEAS AND OCEANS**
Proceedings of XXIII International Conference on Marine
Geology

Moscow, November 18–22, 2019

Volume II

Москва / Moscow
ИО РАН / IO RAS
2019

ББК 26.221

Г35

УДК 551.35

DOI:10.29006/978-5-9901449-6-5.ICMG-2019-2

Геология морей и океанов: Материалы XXIII Международной научной конференции (Школы) по морской геологии. Т. II. – М.: ИО РАН, 2019. – 320 с. DOI:10.29006/978-5-9901449-6-5.ICMG-2019-2.

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

В томе II рассмотрены проблемы изучения полярных регионов, гидротерм, руд, полезных ископаемых океанов и морей.

Материалы опубликованы при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант 19-05-20102.

Ответственный редактор

Академик А.П. Лисицын

Редакторы к.г.-м.н. Н.В. Политова, к.г.-м.н. В.П. Шевченко

Geology of seas and oceans: Proceedings of XXIII International Conference on Marine Geology. Vol. II. – Moscow: IO RAS, 2019. – 320 pp., doi:10.29006/978-5-9901449-6-5.ICMG-2019-2.

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

Volume II includes reports devoted to the problems of research of polar regions, hydrothermal vents, ores, mineral resources in the seas and oceans.

Chief Editor

Academician A.P. Lisitzin

Editors Dr. N.V. Politova, Dr. V.P. Shevchenko

ISBN 978-5-9901449-6-5

ББК 26.221

© ИО РАН 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Морская геология Арктики и Антарктики, результаты российско-германских исследований

- Алаторцев А.В., Астахов А.С., Колесник А.Н.*
Литологогеохимические признаки ледового/айсбергового
перемешивания в голоценовых отложениях Восточно-
Сибирского моря 17
- Алексеева Т.Н., Политова Н.В., Козина Н.В.* Фракционный
состав поверхностного слоя донных осадков Баренцева моря 22
- Артемьев В.А., Реджепова З.Ю.* Результаты сопоставления
данных по концентрации взвешенного вещества и показателю
ослабления света в экстремально мутных водах Арктических
морей России 27
- Бадюков Д.Д.* Структурно-функциональные особенности
прибрежных геосистем Новой Земли 31
- Бочкарев А.В., Матвеева Т.В., Гусев Е.А., Гладыш В.А.*
Геотермические измерения в море Лаптевых в ходе рейса
НИС «Иван Петров» в 2018 году 37
- Волков В.Г., Гуленко Т.А., Лопаников Е.А., Астахов А.С.*
Использование коре-сканера на основе мобильного
рентгенофлюоресцентного анализатора для экспресс анализа
химического состава влажных осадков в экспедиционных и
лабораторных условиях 40
- Гершелис Е.В., Рубан А.С., Дударев О.В., Семилетов И.П.*
Некоторые особенности седиментации и распределения
органического вещества в донных осадках моря Лаптевых и
Восточно-Сибирского моря 44
- Гусев Е.А., Крылов А.А., Максимов Ф.Е., Петров А.Ю.,
Яржембовский Я.Д., Бочкарев А.В., Новихина Е.С., Литвиненко
И.В., Семенов П.Б., Сухоплюева А.С., Малышев С.А.,
Крылов А.В., Казарезов Д.А., Шпильхаген Р.* Скорости
голоценовой седиментации во внешней части шельфа морей
Лаптевых и Карского 49

<i>Доманов М.М., Хусид Т.А., Гагарин В.И., Буханов М.В.</i> О связи особенности распределения бентосных фораминифер с физико-химическими свойствами донных осадков в северной части моря Лаптевых	53
<i>Захаров В.Г.</i> Особенности динамики морских льдов Северного Ледовитого океана и Сибирских арктических вод в зависимости от изменений стратосферного аэрозоля (XIX-начало XXI вв.)	55
<i>Козина Н.В., Тихонова А.В., Насыров А.Х., Булохов А.В.</i> Геологические исследования и первые результаты литолого-геохимических и микропалеонтологических работ в Северной Атлантике и Баренцевом море в 71-ом рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» (2018 г.)	60
<i>Колесник О.Н., Колесник А.Н., Саттарова В.В., Ши Сюефа, Астахов А.С.</i> Редкоземельные элементы в железомарганцевых отложениях Чукотского и Восточно-Сибирского морей	65
<i>Кособокова К.Н.</i> Глубоководные планктонные сообщества Арктического бассейна: видовой состав, трофическая структура и вклад в потоки углерода на дно	70
<i>Крылов А.А., Рыбалко А.Е., Гусев Е.А., Усенков С.М.</i> Проблемы построения литологических карт дна акватории и пути их решения	75
<i>Левитан М.А.</i> Плейстоценовые осадки Тихого океана	80
<i>Маслов А.В., Кузнецов А.Б., Политова Н.В., Козина Н.В., Новигатский А.Н., Шевченко В.П.</i> Современные донные осадки Баренцева моря: изотопный состав Nd, Pb и Sr	85
<i>Маслов А.В., Политова Н.В., Шевченко В.П., Козина Н.В., Новигатский А.Н., Кравчишина М.Д.</i> Современные донные осадки Баренцева моря: к анализу распределения ряда редких и редкоземельных элементов	90
<i>Михайлов Д.А., Князева О.В., Majewski V., Корсун С.А.</i> Бентосные фораминиферы ледниковых фьордов умеренного пояса Южного полушария	95
<i>Митяев М.В., Герасимова М.В., Павлова Л.Г.</i> Разрушение горных пород в береговой зоне	98
<i>Найдина О.Д., Баух Х.А.</i> Палинологическое обоснование голоценовых отложений моря Лаптевых и изменение условий в Арктике	103

<i>Немировская И.А.</i> Особенности распределения и состав углеводов в устьевых областях арктических рек	106
<i>Немировская И.А., Козина Н.В., Халиков И.С., Титова А.М.</i> Органические соединения в системе аэрозоли-снег-поверхностные воды-почвы-мхи-лишайники (Антарктика, 64 РАЭ)	111
<i>Новигатский А.Н., Лисицын А.П.</i> Сравнительная характеристика осадочного вещества в снежно-ледовом покрове околополюсного района Арктики и припайном льду Антарктики	116
<i>Новигатский А.Н., Лисицын А.П., Шевченко В.П., Клювиткин А.А., Кравчишина М.Д., Политова Н.В.</i> Вертикальные потоки рассеянного осадочного вещества в Евразийской Арктике	121
<i>Обрезкова М.С., Колесник А.Н., Цой И.Б., Коляда А.Е.</i> Q-кластерная типизация поверхностных осадков морей Восточной Арктики на основе изучения диатомовых водорослей	126
<i>Репкина Т.Ю., Луговой Н.Н., Лукьянова С.А.</i> Антропогенные берега Российской Арктики	129
<i>Романенко Ф.А., Луговой Н.Н., Баранская А.В., Аляутдинов А.Р.</i> Жизнь берегов Северной Земли (предварительные итоги экспедиции «Открытый океан: архипелаги Арктики-2019»)	134
<i>Рубан А.С., Дударев О.В., Рудмин М.А., Гершелис Е.В., Мазуров А.К.</i> Особенности распределения редкоземельных элементов в современных донных осадках губы Буор-Хая (юго-восточная часть моря Лаптевых)	139
<i>Рыбалко А.Е., Щербаков В.А., Захаров Д.С., Локтев А.С., Иванова В.В., Алексеев А.Ю., Исаева О.В.</i> Первая сводная инженерно-геологическая карта шельфа Арктических морей России	144
<i>Савин В.А., Киреев А.А., Буценко В.В., Поселов В.А.</i> Увязка результатов бурения на юго-западном побережье моря Лаптевых и на хребте Ломоносова по данным сейсморазведки МОВ ОГТ	149
<i>Семенов П.Б., Малышев С.А., Шатрова Е.В., Ваништейн Б.Г.</i> Особенности молекулярного и изотопного состава n-алканов и изопреноидов в донных осадках прибрежной акватории о-ва Комсомолец (Карское море)	154

<i>Старцева К.Ф., Никишин А.М.</i> Эпизоды тектонических деформаций в истории осадочных бассейнов Восточно-Сибирского и Чукотского морей	158
<i>Талденкова Е.Е., Овсепян Я.С., Шпильхаген Р.Ф., Кассенс Х., Баух Х.А., Штайн Р., Аверкина Н.О., Русаков В.Ю.</i> История изменений природной среды западной части моря Лаптевых (пролив Вилькицкого) в послеледниковье и голоцене	163
<i>Хомутов А.В., Бабкина Е.А., Белова Н.Г., Дворников Ю.А., Лейбман М.О., Нестерова Н.Б., Хайруллин Р.Р.</i> Термоденудационные процессы на побережье Югорского полуострова	168
<i>Элькина Д.В., Пискарев А.Л.</i> Новые данные палеомагнитных исследований морских донных осадков района центральной Арктики	173
<i>Бубенищикова Н., Шенфельд И., Нюрнберг Д.</i> Изменения условий на северном континентальном склоне Охотского моря в течение Последнего межледниковья	175
<i>Бубенищикова Н., Пономарева В., Портнягин М., Нюрнберг Д., Лембке-Эйне Л., Тидеманн Р.</i> Тефра в четвертичных осадках подводных гор Миннетонка и Джимму (Северная Пацифика): новые данные из колонок рейса SO264 “Sonne Emperor”	180
<i>Попова Е.А., Штайн Р., Крылов А.А.</i> Реконструкция позднечетвертичных палеотечений в районе южной части хребта Ломоносова (Северный Ледовитый океан) и их значение для восстановления палеообстановок	185
<i>Соколов С.Ю., Гейсслер В.Х., Абрамова А.С.</i> Плоские пятна в котловине Нансена, связанные с ультрамедленным спредингом и серпентинизацией	190
<i>Thiede J.</i> On the Cooperation of Wladimir Köppen, Alfred Wegener and Milutin Milankovitch in Paleoclimate Research and the Revival of the Milankovitch Hypothesis	195

Гидротермы и руды на дне океанов и морей

<i>Бич А.С., Петров А.Ю., Максимов Ф.Е.</i> Изучение металлоносных осадков для реконструкции процессов гидротермального рудообразования (на примере рудного узла Победа)	201
--	-----

- Вишневская И.А., Михайлик П.Е., Иванова Ю.М., Червяковская М.В.* Изотопный состав Nd железомарганцевых образований Охотского моря и Курильской островной дуги 204
- Габлина И.Ф., Попова Е.А., Хусид Т.А., Дмитренко О.Б., Дара О.М., Добрецова И.Г.* Влияние гидротермальных флюидов диффузного типа на карбонатные биогенные осадки Центральной Атлантики 207
- Григорьева Ж.В., Добрецова И.Г., Кузнецов А.И.* Комплексная интерпретация поисковых критериев и признаков сульфидного оруденения с применением ГИС-технологий 212
- Колесник О.Н., Съедин В.Т., Колесник А.Н., Яроцук Е.И., Карабцов А.А.* Наложенная минерализация магматических пород на подводных вулканических постройках Японского моря 216
- Кравчишина М.Д., Леин А.Ю., Прокофьев В.Ю., Боев А.Г., Дара О.М., Новигатский А.Н., Стародымова Д.П.* Первые результаты исследования гидротермального поля Troll Wall вблизи Ян-Майенской горячей точки (хребет Мона) 220
- Лучшева Л.Н., Коновалов Ю.И., Курносое В.Б.* Роль геохимических барьеров в распределении термоформ руты в зоне гипергенеза сульфидных руд гидротермальных месторождений хребта Хуан де Фука 225
- Михайлик П.Е., Михайлик Е.В., Зарубина Н.В., Иванова Ю.М.* Распределение кобальта в минеральных фазах железомарганцевых корок С-3 Пацифики 230
- Мусатов А.Е.* Минеральный и химический состав гидротермальных сульфидных руд полей Зенит-Виктория и Юбилейное (Срединно-Атлантический хребет) 235
- Новиков Г.В., Шульга Н.В., Лобус Н.В., Богданова О.Ю.* Обменные реакции катионов тяжелых металлов на полиметаллических сульфидных минералах гидротермальных полей Брокен Спур и ТАГ Атлантического океана 240
- Сагалевиц А.М.* Методика проведения геологических исследований океана с применением глубоководных обитаемых аппаратов. Часть I. Организация исследований и подготовка полигона 245

- Сагалевич А.М.* Методика проведения геологических исследований океана с применением глубоководных обитаемых аппаратов. Часть II. Проведение работ с ГОА под водой 250
- Скаковский В.Л., Добрецова И.Г.* Формирование полиметаллических сульфидных руд в биогенных карбонатных осадках Срединно-Атлантического хребта 254
- Судариков С.М., Наркевский Е.В., Петров В.А.* Гидрофизическая структура аномалии метана в придонных водах гидротермального кратера Ирина 1, поле Логачев, САХ 257
- Юбко В.М., Лыгина Т.И.* Вулканическая и гидротермальная активность внутриплитных районов океанского дна (на примере зоны Клариян-Клиппертон Тихого океана) 262
- Яроцук Е.И.* Марганцево-железо-кремнистые корки Центральной котловины Японского моря 267

Симпозиум им. П.Л. Безрукова «Полезные ископаемые и минералогия океанов и морей»

- Бережная Е.Д., Дубинин А.В., Золотина Е.Н.* Формы платиноидов в железомарганцевых корках Атлантического океана 273
- Добрецова И.Г.* О гидротермальном генезисе минералов группы атакамита в Атлантическом океане 277
- Добрецова И.Г.* Сохранение форм живых организмов в геологических процессах, связанных с природными катаклизмами 281
- Ермакова Л.А., Черкашѐв Г.А.* Плюмы в глубоководной добыче: что мы знаем о них? 284
- Корицунов Д.М.* Минералогия вулcano-эдафогенного грубообломочного материала из трансформного разлома Вима, Центральная Атлантика 286
- Крылов А.А., Гусев Е.А., Семенов П.Б., Кузнецов А.Б., Кржижановская М.Г., Малышев С.А., Литвиненко И.В.* Новые находки икаита ($\text{CaCO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) в море Лаптевых 290
- Новиков Г.В., Седьшева Т.Е., Лобус Н.В., Богданова О.Ю.* Железомарганцевые корки гайота Говорова Магеллановых гор Тихого океана: текстурно-структурный рисунок, минералогия, геохимия 293

<i>Петрова В.В., Рашидов В.А., Аникин Л.П., Горькова Н.В., Михеев В.В.</i> Возгоны терминального извержения 2015–2016 гг. острова-вулкана Алайд (Курильская островная дуга)	298
<i>Седышева Т.Е., Новиков Г.В., Пуляева И.А.</i> Новые данные по геолого-геоморфологическому строению и оруденению участка гайота Говорова, Магеллановы горы, Тихий океан	303
<i>Харин Г.С., Жуковская И.П., Ерошенко Д.В.</i> Грубообломочный каменный материал на пляжах и подводных склонах Куршской косы (распространение, состав, источники, значение)	308
<i>Харин Г.С., Жуковская И.П., Ерошенко Д.В., Машевская Л.А.</i> Залежи торфа и их влияние на устойчивость балтийских кос	313

Захаров В.Г.

(Геологический институт РАН, г. Москва, e-mail: zakharov_vg@mail.ru)

Особенности динамики морских льдов Северного Ледовитого океана и Сибирских арктических вод в зависимости от изменений стратосферного аэрозоля (XIX-начало XXI вв.)

Zakharov V.G.

(Geological Institute RAS, Moscow)

Peculiarities of dynamics of sea ice of the Arctic Ocean and Siberian Arctic waters depending in changes of stratospheric aerosol (XIX-beginning of XXI centuries)

Ключевые слова: стратосферный аэрозоль, динамика льдов, Сибирские арктические воды, элементарный циркуляционный механизм

В течение пяти циркуляционных эпох Северного полушария XIX–XXI вв. соотношение и тенденции изменений стратосферного аэрозоля, морских льдов различных арктических районов, скорости вращения Земли и температуры воздуха носили схожий характер в границах однотипных циркуляционных эпох. Это отчетливо проявилось на протяжении трех меридиональных и двух зональных эпох атмосферной циркуляции.

Взаимосвязи колебаний скорости вращения Земли (СВЗ), льдов, температур воздуха и циркуляции атмосферы Северного полушария с изменениями стратосферного аэрозоля вулканических извержений XIX–XXI вв. были рассмотрены ранее в [4].

В основу работы были положены сведения об 11-ти наиболее крупных вулканических извержениях 1850–1990 гг., а также вычисленных для них полушарных и глобальных оптических толщинах стратосферного аэрозоля (СА). Анализировались извержения вулканов: Котопахи (Эквадор, 1864 г.); Кракатау (Индонезия, 1883 г.); группа нескольких вулканов (около 1885 г.); Санта Мария (Гватемала, 1902 г.); Катмай (Аляска, 1912 г.); Агунг (Индонезия, 1963 г.); Аву (Индонезия, 1966 г.); Фернандина (Галапагосские о-ва, 1968 г.); Эль-Чичон (Мексика, 1982 г.); Пинатубо (Филиппины, 1991 г.) [8].

Эти сведения были сопоставлены с элементарными циркуляционными механизмами (ЭЦМ) пяти циркуляционных эпох Северного полушария по [5], изменениями льдов и ледников [1-3], а также с концентрацией в атмосфере сульфатного аэрозоля SO_4^{2-} в зависимости от вариаций СВЗ и глобальных температур воздуха [3, 5, 7, 10].

На рис. 1 представлены указанные сопоставления, с учетом динамики льдов Сибирских арктических вод (СВА). В Сибирских морях (от Карского до Чукотского) проходит Северный морской путь – область особых интересов России в Арктике.

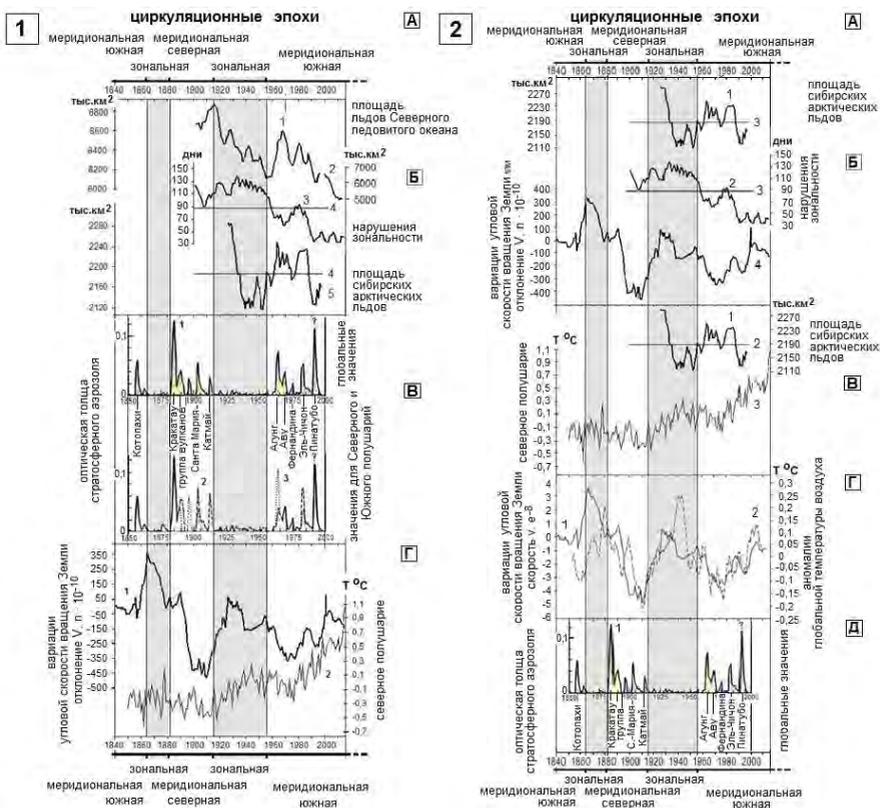


Рисунок 1. Изменения стратосферного аэрозоля крупных вулканических извержений и динамика льдов Северного Ледовитого океана и Сибирских морей в циркуляционные эпохи Северного полушария (XIX–XXI вв.)

1.1. Вулканические извержения и стратосферный аэрозоль (1850–1990 гг.) в условиях вариаций скорости вращения Земли, динамики ледовых, климатических и атмосферных процессов Северного полушария

А. Границы циркуляционных эпох: 1835–1863, 1864–1882, 1883–1915, 1916–1956, 1957–2000-е гг. [5].

Б. 1 – изменения площади льдов Северного Ледовитого океана в 1900–1996 гг. (тыс. км²) [2], 2 – площади льдов в 1981–2010 гг. по данным NSIDC (http://nsidc.org/data/seaice_index/index.html), 5-летние скользящие средние; 3 – продолжительность действия элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) группы нарушения зональности в днях [5], 4 – средние значения циркуляционных и ледовых характеристик; 5 – изменения площади льдов в Сибирских арктических водах [1, 2], 5-летние скользящие средние.

- В. Расчётные оптические толщины стратосферного аэрозоля вулканических извержений (при $\lambda = 0.55$ мкм). 1 – глобальные значения, 2 – Северное полушарие, 3 – Южное полушарие [8].
- Г. 1 – вариации угловой скорости вращения Земли (отклонение $V. n 10^{-10}$) [7]; 2 – аномалии температур воздуха Северного полушария [6].
- 1.2. Изменения стратосферного аэрозоля вулканических извержений (1850–1990 гг.), скорости вращения Земли, температур воздуха и площади льдов Сибирских арктических вод в циркуляционные эпохи Северного полушария
- А. Границы циркуляционных эпох: 1835–1863, 1864–1882, 1883–1915, 1916–1956, 1957–2000-е гг. [5].
- Б. 1 – изменения площади льдов в Сибирских арктических водах в 1900–1996 гг. (тыс. км²) [1, 2], 5-летние скользящие средние; 2 – продолжительность действия элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) группы нарушения зональности в днях [5]; 3 – средние значения циркуляционных и ледовых характеристик; 4 – вариации угловой скорости вращения Земли (отклонение $V. n 10^{-10}$) [7].
- В. 1 – изменения площади льдов в Сибирских арктических водах (тыс. км²) [2], 5-летние скользящие средние; 2 – средние значения изменений площади льдов; 3 – аномалии температур воздуха Северного полушария воздуха [6].
- Г. 1 – вариации угловой скорости вращения Земли (отклонение $V. n 10^{-10}$); 2 – скользящие средние за пять лет глобальные аномалии температуры воздуха [7, 9].
- Д. Расчётные оптические толщины стратосферного аэрозоля вулканических извержений (при $\lambda = 0.55$ мкм). 1 – глобальные значения [8].

На рис. 1.1А и 1.2А показаны границы циркуляционных эпох Северного полушария по [5]. В соответствии с ними на рис. 1 серым тоном выделены колонки двух эпох зональной циркуляции 1864–1882 и 1916–1956 гг., в течение которых не наблюдались крупные вулканические извержения (рис. 1,1 В и 1,2 Д). Для анализа изменений в эти эпохи были отобраны ЭЦМ (3–7) с нарушением зональности в одном из секторов Северного полушария. Характеризуются эти ЭЦМ «полукольцом» циклонов вокруг области высокого давления у полюса и двумя-тремя выходами южных циклонов [5].

На рис. 1.1Б сопоставлены изменения площади морских льдов Северного Ледовитого океана (СЛО) (1) и САВ (5) по [2], а также продолжительность действия ЭЦМ с нарушением зональности (2) [4]. При росте продолжительности этих ЭЦМ в период максимумов зональной эпохи 1924–1940 гг., происходило самое заметное для первой половины XX столетия сокращение льдов СЛО и САВ. В это время наблюдались самые высокие для 1850–1990 гг. значения глобальных температур воздуха (рис. 1,2

Г). Коэффициенты корреляции связи льды – ЭЦМ (3–7) составили $-0,70$ для СЛО и $-0,77$ для САВ.

К причинам значительного сокращения арктических льдов в зональную эпоху 1916–1956 гг. необходимо отнести также усиление таяния в связи с самым активным для XIX–XXI вв. зональным переносом воздушных масс вокруг полюса. В результате происходила быстрая смена СА в атмосфере и снижение его оптических толщин (менее $0,01$ мкм). Это увеличивало прозрачность атмосферных слоев при незначительных вулканических извержениях двух зональных эпох 1864–1882 и 1916–1956 гг. (рис. 1,1 Б,В и 1,2 Д).

Из рис. 1.1Г следует: в эпохи зональной циркуляции наблюдался схожий характер заметного возрастания угловой СВЗ и температур воздуха с некоторой контрфазностью их хода. Эта особенность подтверждается рис. 1,2 Г с колебаниями СВЗ и глобальной температуры воздуха. Коэффициент корреляции рассматриваемых характеристик $r = 0.67$ [5].

Из сопоставления рис. 1.1 и 1.2 следует: крупные вулканические извержения совпадали с двумя эпохами меридиональной южной (Мю) циркуляции 1835–1863 и 1957–2000-е гг. (оптические толщины СА, соответственно, $0,06$ и $0,114$ мкм) и меридиональной северной (Мс) 1883–1915 гг. (при СА до $0,126$ мкм). Извержения эпох сопровождалось снижением СВЗ, глобальных температур воздуха и, соответственно, увеличением площади арктических льдов и ледников.

На рассматриваемом отрезке времени 1840–2000-е гг. в меридиональную северную (Мс) эпоху 1883–1916 гг. площади арктических льдов в среднем были больше, а вариации СВЗ и температур воздуха значительно ниже, чем в меридиональную южную (Мю) эпоху 1957–2000-е гг. Это обусловлено отличительными особенностями Мс и Мю ЭЦМ. При Мс ЭЦМ из района полюсного антициклона осуществляются два-четыре холодных арктических вторжения (блокировок) из высоких широт при двух-четырёх прорывах южных циклонов (ЭЦМ 8–12) [6].

Мю ЭЦМ не имеют блокировок. Характеризуются циклоническим вихрем над Арктикой и развитием циклонической деятельности на арктическом фронте с регенерацией на нем приходящих с юга глубоких циклонов [6].

На основании анализа выявленных взаимосвязей заключено: в течение пяти эпох атмосферной циркуляции Северного полушария XIX–XXI вв. соотношение характеристик оптических толщин стратосферного аэрозоля, состояния арктических льдов и ледников, вариаций СВЗ и температур воздуха носило схожий характер в границах однотипных эпох. Это проявилось на протяжении трёх меридиональных и двух зональных циркуляционных эпох.

Установлено: в меридиональные эпохи оптические толщины и концентрации сульфатного СА были значительно выше, чем в зональные.

Однако, взаимосвязи анализируемых характеристик в зональные эпохи 1864–1882 и 1916–1956 гг. проявились наиболее четко.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров В.Ф. Морские льды в климатической системе. СПб.: Гидрометеиздат, 1996. 213 с.
2. Захаров В.Ф. Изменение состояния морских арктических льдов // Формирование и динамика современного климата Арктики. СПб.: Гидрометеиздат, 2004. С. 112–135.
3. Захаров В.Г. Особенности колебаний ледников Приатлантической Арктики (конец XIX – начало XXI вв.) // Сложные системы. М.: МГУ, 2014. № 4(13). С. 33–45.
4. Захаров В.Г., Сидоренков Н.С. Взаимосвязи изменений стратосферного вулканического аэрозоля с циркуляцией атмосферы Северного полушария, колебаниями арктических льдов, скорости вращения Земли и температур воздуха (XIX-XX вв.) // Проблемы тектоники континентов и океанов: м-лы 51 (LI) Тектонического совещания М.: ГЕОС. 2019. Том 1. С. 215-221.
5. Кононова Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. М.: Воентехиздат, 2009. 372 с.
6. Кононова Н.К. Типы глобальной циркуляции атмосферы: результаты мониторинга и ретроспективной оценки за 1899–2017 гг. // Фундаментальная и прикладная климатология. № 3. 2017. С. 108–123.
7. Сидоренков Н.С. Небесно-механические причины изменений погоды и климата // Геофизические процессы и биосфера. 2015. Т. 14. № 3. С. 5–26.
8. Makiko Sato, James E. Hansen, M. Patrick McCormick, James B. Pollack. Stratospheric Aerosol Optical Depths, 1850–1990 // J. Geophys. Res. 1993. V. 98. N. D12. P. 22987–22994.
9. Sidorenkov N.S., Zhigailo T.S. Geophysical effects of the Earth's monthly motion // Odessa Astronomical Publications. 2013. V. 26. N/2. P. 285–287.
10. Sidorenkov N.S., Ian Wilson. Influence of solar retrograde motion on terrestrial processes // Odessa Astronomical Publications. 2017. V. 30. P. 246–249.

For five of the circulation epochs of Northern Hemisphere XIX–XXI centuries, the ratio and tendencies of changes of stratospheric aerosol, sea ice of different Arctic regions, the Earth's rotation velocity and air temperature were similar within the boundaries of the circulation epochs of the same type. This was clearly manifested during the three meridional and two zonal atmospheric circulation epochs.