

ПОЛЯРНЫЕ ЧТЕНИЯ

НА ЛЕДОКОЛЕ «КРАСИН» – 2017

Музеи в Арктике и Арктика в музеях

Материалы Пятой международной
научно-практической конференции
29–30 апреля 2017 г.

ИЗДАНО ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ПАО «СОВКОМФЛОТ»

СКФ
Совкомфлот

Санкт-Петербург – 2018

ЗАХАРОВ В. Г.

Опыт гидролого-климатических реконструкций на Шпицбергене по археологическим материалам музея «Помор» рудника Баренцбург (20 поморских памятников XVI–XVIII вв.)

V. G. ZAKHAROV

Experience of Hydrological and Climatic Reconstructions in Spitsbergen Based on the Archaeological Materials of the Barentsburg Mine's "Pomor" Museum (20 Pomor's Monuments of the 16th – 18th Centuries)

Сведения об авторе:

Захаров Виктор Георгиевич, ведущий научный сотрудник Геологического института РАН (ГИН РАН) (Москва)

zakharov_vg@mail.ru

Author:

Victor Georgievich Zakharov, Leading Researcher of the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences (GIN RAS) (Moscow)

zakharov_vg@mail.ru

Аннотация:

При анализе изменений климата и уровня моря в Арктике в XVI–XVIII вв., а также датировок и уровней 20 русских археологических памятников на Шпицбергене выявлено: схожий характер высотного расположения становищ поморов в каждом из трёх столетий освоения архипелага был обусловлен климатообразующими и гидрологическими факторами, преобладающими в Арктике. Главным образом это определялось динамикой уровня океана и приливными процессами, связанными с глобальными изменениями климата (XVI в. – уровень выше, XVII в. – ниже, XVIII в. – выше). Становища, их возраст, уровенные и геоморфологические характеристики могут служить реперными точками при дальнейших исследованиях поморских памятников на Шпицбергене.

Abstract:

Analysis of climate and sea level changes in the Arctic in the 17th–18th centuries, as well as datings and levels of 20 Russian archaeological sites on Spitsbergen showed a similar character of the altitude location of the pomors at each of the three centuries of the archipelago development was due to climatic and hydrological factors, prevailing in the Arctic. This was mainly determined by the dynamics of the ocean level and tidal processes associated with global climate changes (16th century – higher, 17th century – lower, 18th century – higher). Settlements, their age, level and geomorphological characteristics can serve as reference points for further studies of Pomor monuments on Spitsbergen.

Ключевые слова:

Арктика, изменения климата и уровня моря, археологические памятники, становища, приливные процессы.

Keywords:

Arctic, climate and sea level changes, archaeological sites, settlements, tidal processes.

Данные о колебаниях уровня морской поверхности в прошлом представляют определённый интерес при изучении истории географических открытий в Арктике и в первую очередь освоения архипелага Шпицберген русскими поморами в XVI–XVIII вв.

При археологических исследованиях поморских памятников добаренцевого и последующего периодов освоения Шпицбергена были получены сведения о корреляции абсолютных дат и гипсометрического уровня залегания русских становищ. При систематизации этих данных были выявлены схожие черты в состоянии отдельных групп становищ (в зависимости от разрушения волновыми, оползневыми процессами и т. д.), а также в расположении по отношению к уровню моря. Это позволило объединить их в три группы¹ (см. таблицу 1).

Для объяснения причин, обуславливающих схожие характеристики поморских построек в каждой из групп, нами привлекались сведения о колебаниях климата, уровня моря Шпицбергена, о динамике ледников, берегов, ледовых условиях.

Современные колебания уровня Мирового океана

В настоящее время повышение уровня морской поверхности обуславливается приращением объёма Мирового океана примерно в 610 км³.

1 Старков В. Ф. Очерки истории освоения Арктики. М., 1998. Т. 1. Шпицберген. С. 50.

Таблица 1. Корреляция абсолютных дат и гипсометрического уровня залегания русских памятников на Шпицбергене в XVI–XVIII вв.

Памятник	Ниже первой террасы	На уровне пляжа	На уровне первой террасы
Брёггер			1780
Руссепюnten			1775
Кингхамна			1770
Имербукта			1763
Решёрж			1763
Руссекейла			1762
Слетнесет			1761
Фарнхамна-1			1747
Ингербриктсенбукта			1747
Кап-Ли			1746
Орвинэльва			1717
Мосватнет		1648	
Дундербукта			1647
Ревэльва		1639	
Лангстранда		1621	
Гравшён (баня)	1593		
Страббэльва	1589		
Мосватнет-2		1588	
Сёрнесет	1563		
Гравшён (дом)	1548		

Определённый вклад в этот процесс вносит тепловое расширение морской воды, оцениваемое в 10 %. С 1860-го по 1996 г. повышение уровня Мирового океана составило около 20 см. В течение XIX столетия подъём уровня моря достигал 1 мм/г, в начале XX столетия он увеличился до 1,5 мм/г. Максимальное повышение уровня океана (до 2,4 мм/г) наблюдалось с 1930-го по 1960 г. и сменилось временной стабилизацией. После 1970 г. вновь проявилась тенденция к дальнейшему повышению уровня Мирового океана¹.

Колебания уровня Мирового океана в XVI–XVIII вв. (появление становищ)

Наблюдения за уровнем моря на Шпицбергене начаты недавно. В связи с этим при анализе местонахождения и гипсометрии залегания поморских становищ целесообразно было использовать данные

¹ Захаров В. Г. Климатообразующие факторы и особенности гидрологии. Материальная культура русских поморов по данным исследований на архипелаге Шпицберген. М., 2005. Вып. II. С. 86–87.

о колебаниях уровня Мирового океана. В результате анализа за основу нами была принята обобщённая кривая изменений уровня Мирового океана И. Шеннона и др.¹ на отрезке времени для последних 1,5 тыс. лет.

Известно, что в периоды похолоданий уровень Мирового океана был ниже. Важны также и высокие обратные корреляционные связи (за последние 2–2,5 тыс. лет) изменений уровня Мирового океана и Каспийского моря. Так, падение уровня Каспия совпадало с потеплениями в X–XI и XV–XVI вв. и повышением уровня Мирового океана².

Гляциологическими исследованиями на Шпицбергене³ по изотопно-кислородным и структурно-стратиграфическим данным установлены относительно тёплые условия на архипелаге в XVI в., схожие с современными. В XVII–XIX вв. по этим данным однозначно выделяется похолодание, отразившее на Шпицбергене Малый ледниковый период (МЛП). Сам момент кульминации МЛП отчётливо проявился в конце XVIII – начале XIX в.⁴

Результаты этих исследований также свидетельствуют о преобладании в XVI и XIX вв. циркуляционных макропроцессов, обусловливающих потепление, усиление циклонической деятельности и, как следствие, повышение уровня моря в северно-полярной области. Соответственно, в XVII–XVIII вв. преобладали макропроцессы (с максимумом около 1610–1620 гг. и с уменьшением к 1740–1760 гг.), указывающие на похолодание и снижение уровня моря в среднем.

На рис. 1 сопоставлены вековые колебания уровня Мирового океана (1) с абсолютными датами гипсометрического уровня залегания 20 русских памятников на Шпицбергене (2)⁵.

Становища первой группы (1548–1593) с залеганием ниже первой террасы обустроивались поморами в период начала снижения среднего уровня моря после максимума трансгрессии около 1500 г. При этом полоса приобоя не достигала подножия первых террас.

Памятники второй группы (1621–1648) на уровне пляжа соответствовали пребыванию поморов при снижении уровня моря до минимума около 1650 г. Об этом свидетельствуют следы разрушения

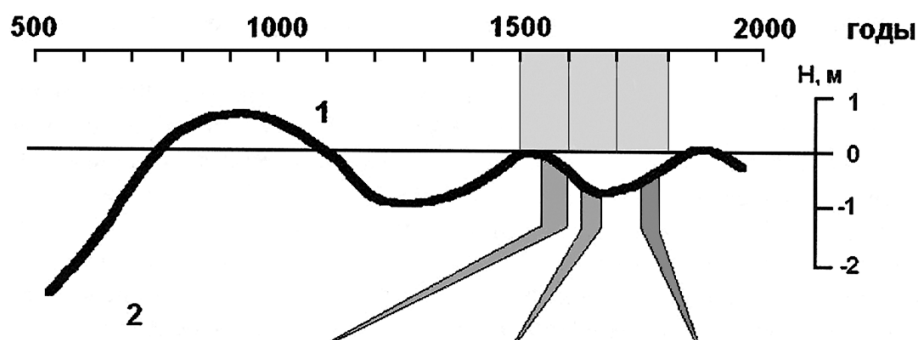
1 Клиге Р. К., Данилов И. Д., Конищев В. Н. История гидросферы. М., 1998. С. 342–343.

2 Захаров В. Г. Указ. соч. С. 86–87.

3 Гляциология Шпицбергена. М., 1985. С. 179–180.

4 Захаров В. Ф. Изменение состояния морских арктических льдов. Формирование и динамика современного климата Арктики. СПб., 2004. С. 112–113.

5 Захаров В. Г. Указ. соч. С. 88.



Памятник	Ниже первой террасы	На уровне пляжа	На уровне первой террасы
Брёггер			1780
Руссепюnten			1775
Кингхамна			1770
Имербукта			1763
Решёрж			1763
Руссекейла			1762
Слетнесет			1761
Фарнхамна-1			1747
Ингербриктсенбукта			1747
Кап-Ли			1746
Орвинэльва			1717
Мосватнет		1648	
Дундербукта			1647
Ревэльва		1639	
Лангстранда		1621	
Гравшён (баня)	1593		
Страббэльва	1589		
Мосватнет-2		1588	
Сёрнесет	1563		
Гравшён (дом)	1548		

Рис. 1. Колебания уровня Мирового океана (1) в 500–2000 гг. и данные корреляции абсолютных дат и гипсометрического уровня залегания русских памятников на Шпицбергене в XVI–XVIII вв. (2)

большинства низких становищ волновыми процессами. В последующее время уровень морской поверхности повышался, достигнув средних значений.

Памятники третьей группы (1717, 1746–1780) на уровне первой террасы относятся к становищам поморов при новой волне повышения уровня моря у побережий Шпицбергена. Поселения располагались соответственно в тех местах, где их не затрагивало волнение, а уровень моря был ниже. В связи с прогрессирующим в конце МЛП повышением уровня Мирового океана (рис. 1) места становищ оказывались выше основанных ранее, в XVI в. Эти стоянки чаще располагались на уровне первых морских террас. Указанные тенденции в повышении уровня Мирового океана в XIX–XX вв. подтверждаются наиболее длительными рядами наблюдений за изменениями уровня на морских постах европейских побережий¹.

Как показали анализ и обработка приведённых выше данных (таблица 1, рис. 1), схожий характер высотного расположения становищ поморов на каждом из трёх 100-летних этапов освоения архипелага (XVI–XVIII) был обусловлен совокупностью гидролого-климатических факторов, преобладающих в это время в Северо-Европейском бассейне и в целом в Арктике. В начале XVI в. уровень моря был высоким и понижался от средних значений (0 – -0,31 м); в XVII в. уровень был ниже (-0,56 – -0,73 м) и достигал наименьших величин; в XVIII в. происходило повышение уровня (-0,49 – -0,34 м).

Гидролого-климатические условия, гляциологические и атмосферные циркуляционные процессы в Северной Атлантике с 1100-го по 2000 г.

На рис. 2 А приведены: колебания уровня Мирового океана (а) за период 1050–1980 гг.; гляциоклиматические характеристики Шпицбергена по ледяным кернам (б, г, д) за 1100–1970 гг.; циркуляционные условия на севере Европы за 1340–1970 гг. с повторяемостью ветров южного и западного направлений у побережья Англии (в). Рис. 2 Б характеризует продолжительность блокирования арктическими льдами берегов Исландии за 880–1920 гг. (а) и циркуляционные условия у побережий Англии за 1340–1970 гг. (б). Все указанные характеристики даны на фоне колебаний уровня Мирового океана (рис. 2 А, а) для удобства сравнения их многовекового

1 Захаров В. Г. Указ. соч. С. 89–90.

хода с эволюцией одного из важнейших показателей мирового водного баланса Земли.

Таким образом, в результате анализа изменений уровня моря, гляциоклиматических и циркуляционных условий, а также корреляции абсолютных дат и уровней залегания 20 русских археологических памятников на Шпицбергене (рис. 1, 2) установлено: схожий характер высотного расположения становищ поморов на каждом из трёх 100-летних этапов освоения архипелага (XVI–XVIII) был обусловлен совокупностью климатообразующих и гидрологических факторов, преобладающих в Северо-Европейском и Арктическом бассейнах. Это определялось динамикой уровня океана и приливными процессами, связанными с глобальными изменениями климата: XVI в. – уровень высокий с понижением от среднего (0 – -0,31 м); XVII в. – уровень ниже (-0,56 – -0,73 м); XVIII в. – повышение уровня (-0,49 – -0,34 м).

Несмотря на то что колебания уровня Мирового океана отражают обобщённые изменения осреднённых уровней отдельных океанов (Северного Ледовитого, Атлантического, Индийского и Тихого), они позволяют проследить тесную взаимосвязь повышений уровня моря и потеплений на Шпицбергене в 1500–1580 и 1840–1850 гг. (см. рис. 2 А, а, б, в). В соответствии с рис. 2 А, в, 2 Б, а, б в эти периоды наблюдалось усиление циклонической деятельности в Северо-Европейском бассейне с прорывами воздушных масс южного и западного направлений со стороны Англии.

Сами становища, их датировки, уровенные и геоморфологические характеристики в целом могут служить в качестве реперных точек при дальнейших исследованиях исторических памятников на Шпицбергене.

Взаимосвязи динамики ледников, морских льдов и циркуляции атмосферы в Северной Атлантике с лунно-солнечными приливами (конец XIX – начало XXI в.)

На рис. 3 отражены особенности динамики ледников Шпицбергена и Гренландии (контрфазность колебаний ледниковых фронтов) (3 А, 1, 3 А, 2) на фоне многолетнего хода приливных колебаний скорости вращения Земли (рис. 3 А, 3, 3 Б, 5); блокирующих циркуляционных процессов (блокировок) в Северной Атлантике (рис. 3 Б, 3); широтных смещений азорского максимума (3 Б, 4), а также изменений площади ледяного покрова Северо-Европейского бассейна (3 Б, 1).

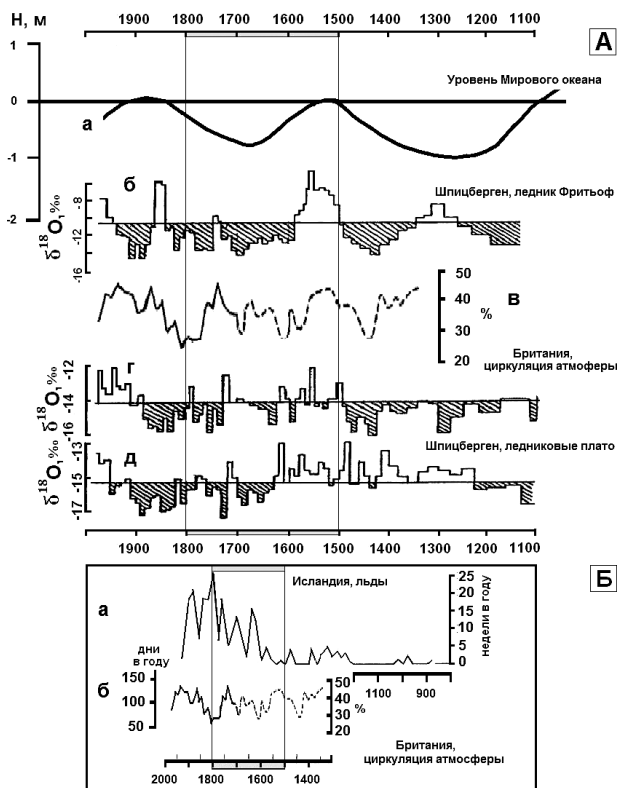


Рис. 2. Изменения уровня Мирового океана, гляциоклиматические характеристики Шпицбергена, атмосферные циркуляционные процессы в Северной Атлантике и продолжительность пояса паковых арктических льдов вокруг Исландии. А: а – колебания уровня Мирового океана в 500–2000 гг.¹; б – ледораздел Грэнфьорд-Фридьоф (вариации $\delta^{18}\text{O}$ в керне), заштрихованы периоды относительного похолодания²; в – повторяемость ветров южного и западного направлений у юго-восточного побережья Англии (%), сплошная линия – наблюдения, пунктир – по данным ботанических индикаторов³; г – Западное ледяное поле, д – плато Ломоносова (вариации $\delta^{18}\text{O}$ в керне)⁴. Б: а – продолжительность блокирования паковыми арктическими льдами берегов Исландии (число недель в году)⁵; б – повторяемость ветров южного и западного направлений у юго-восточного побережья Англии (% , дни в году)⁶

1 Клиге Р. К., Данилов И. Д., Конищев В. Н. Указ. соч. С. 342.

2 Гляциология Шпицбергена. М., 1985. С. 158–159.

3 Борисенков Е. П., Пасецкий В. М. Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы. М., 1988. С. 63.

4 Гляциология Шпицбергена. М., 1985. С. 159.

5 Борисенков Е. П., Пасецкий В. М. Указ. соч. С. 67.

6 Там же. С. 63–64.

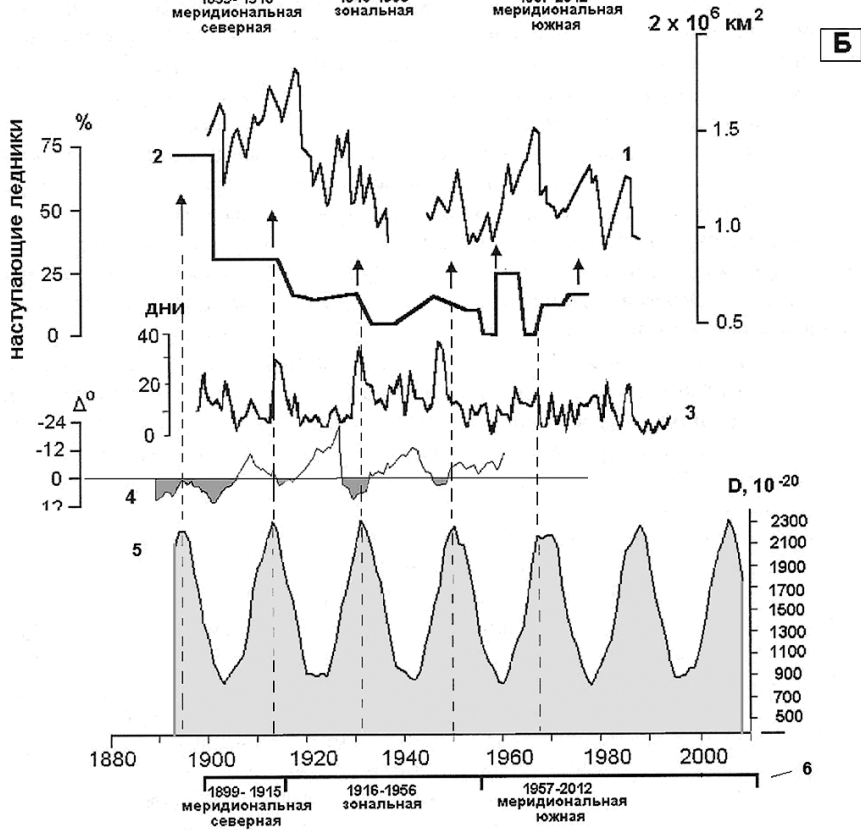
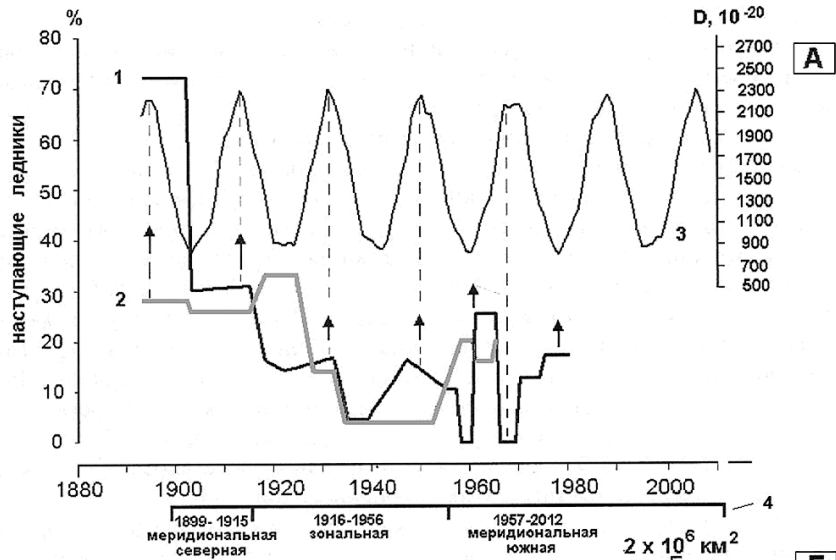


Рис. 3. Изменения атмосферных, ледниковых (Шпицберген, Гренландия) и ледовых процессов в Северной Атлантике и колебания лунно-солнечных приливов в конце XIX – начале XXI столетия.

А: Колебания края ледников Шпицбергена (1), Гренландии (2) (количество наступающих ледников в % в 1893–1980 гг.)¹, дисперсия D приливных колебаний скорости вращения Земли в 10–20 (3) в скользящем годовом окне за период с 1893-го по 2009 г.² и циркуляционные эпохи Северного полушария (4) с 1899 г. по 2000-е гг.³

Б: Динамика морских льдов и ледников Шпицбергена в условиях современных колебаний циркуляции атмосферы и лунно-солнечных приливных сил: 1 – среднегодовая площадь ледяного покрова Северо-Европейского бассейна в течение XX столетия⁴; 2 – колебания края ледников Шпицбергена (количество наступающих ледников в %, стрелки – активизация подвижек ледников)⁵; 3 – многолетний ход продолжительности действия макропроцесса ЭЦМ 3 с блокировками над Атлантикой⁶; 4 – многолетний ход широтных смещений азорского максимума (осреднение по семилетиям) в отклонениях от среднеемноголетнего положения⁷; дисперсия D приливных колебаний скорости вращения Земли⁸ (5) в скользящем годовом окне за период с 1900-го по 2000 г. и циркуляционные эпохи Северного полушария⁹ (6)

1 Борисенков Е. П., Пасецкий В. М. Указ. соч. С. 37.

2 Сидоренков Н. С. Лунно-солнечные приливы и атмосферные процессы // Природа. 2008. № 2. С. 28–30.

3 Кононова Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзеевскому. М., 2009. С. 114–120.

4 Захаров В. Ф. Морской лёд в климатической системе. СПб., 1996. С. 150–154.

5 Захаров В. Г., Хмелевская Л. В. Колебания ледников и изменения циркуляционных процессов в полярных районах Атлантики и в Европе // Труды МГИ. 1997. Вып. 83. С. 36–37.

6 Кононова Н. К. Указ. соч. С. 79.

7 Байдал М. Х. Влияние полюса атмосферной циркуляции на синоптические процессы и погоду умеренных широт. Циркуляция атмосферы в полярных областях. Сборник докладов на всесоюзном симпозиуме. Л., 1978. С. 14–27.

8 Сидоренков Н. С. Указ. соч. С. 29.

9 Кононова Н. К. Указ. соч. М., 2009. С. 117.

Ранее было показано¹, что ледниковые комплексы Шпицбергена и Гренландии неодинаково располагаются относительно центра области атлантических блокировок – антициклональных гребней высокого давления. Оси главных гребней в большей мере проходят над Гренландией, а Шпицберген остаётся восточнее. В силу этого в питании двух соседних оледенений снежными осадками существуют различия, приводящие к контрфазности в колебаниях ледниковых фронтов. Контрфазность связана с одновременными, но разными по характеру прорывами влагонесущих потоков к западной и восточной перифериям области блокирующих гребней. При этом у западной периферии области происходит разгрузка циклонов (снежные осадки, нагоны воды и подвижки гренландских ледников), в то время как восточной периферии циклоны будут достигать с потерей запасов влаги (сгоны воды, расход льда и отступление края шпицбергенских ледников).

Как следует из рис. 3 А, 1 и 3 Б, 2, максимумы подвижек ледников Шпицбергена в меридиональную северную и зональную циркуляционные эпохи совпадали с максимумами экстремумов дисперсии D лунно-солнечных приливов (гренландские ледники развивались контрфазно) (рис. 3 А, 3, 3 Б, 5). При смене зональной циркуляционной эпохи на меридиональную южную (1956/1957) тенденции в динамике ледников Шпицбергена и Гренландии (по отношению к максимумам лунно-солнечных приливов) сменились на противоположные.

Реконструкции границ распространения морских льдов в Северо-Европейском бассейне в XVIII–XX вв.

Данные о границах морских льдов в Северо-Европейском бассейне из работы² (рис. 4) были использованы нами для составления двух гидролого-климатических карт-реконструкций (5 А, Б). Эти карты-реконструкции иллюстрируют связь атмосферной циркуляции по классификации Б. Л. Дзердзеевского³ и ледовых условий по В. Ф. Захарову в Северной Атлантике в противоположно экстремальные интервалы времени МЛП⁴.

1 Захаров В. Г., Хмелевская Л. В. Колебания ледников и изменения циркуляционных процессов в полярных районах Атлантики и в Европе // Труды МГИ. 1997. Вып. 83. С. 36–38.

2 Захаров В. Ф. Изменение состояния морских арктических льдов. Формирование и динамика современного климата Арктики. СПб., 2004. С. 116.

3 Кононова Н. К. Указ. соч. М., 2009. 371 с.

4 Захаров В. Г. Изменения природных процессов и особенности расположения жилищ. Материальная культура русских поморов по данным исследований на архипелаге Шпицберген. М., 2007. Вып. III. С. 100–101.

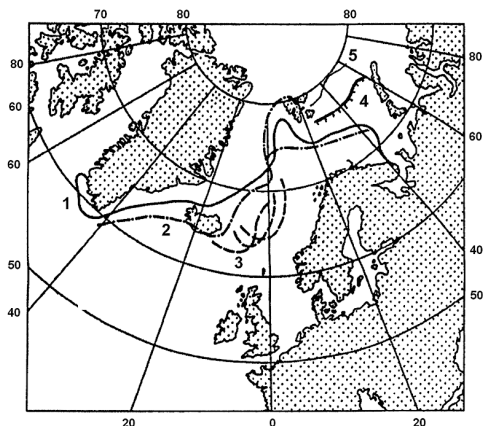


Рис. 4. Граница морских льдов в Северо-Европейском бассейне в отдельные периоды XVIII–XX вв. 1 – годы с лёгкими ледовыми условиями; 2 – годы с тяжёлыми ледовыми условиями; 3 – примерный расчётный максимум в экстремальные годы между 1770 и 1820 гг.; 4 – благоприятное время года в Малый ледниковый период (2-я половина августа – сентябрь); 5 – благоприятное время года в современный период (третья декада июня)

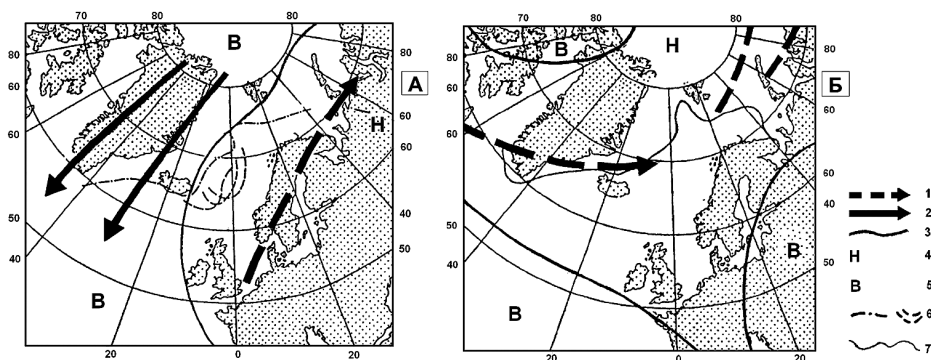


Рис. 5. Карты-реконструкции ледовых условий и циркуляции атмосферы в Северной Атлантике в Малый ледниковый период (экстремальные годы с тяжёлыми и лёгкими ледовыми условиями).

А: положение кромки льдов; развитие блокирующих гребней высокого давления над Гренландией и циклоническая деятельность над Евразией (ЭЦМ 3)¹; Б: западно-восточный перенос воздушных масс над Северной Атлантикой (ЭЦМ 13л)² и положение кромки льдов.

1 – генеральные траектории циклонов; 3 – демаркационные линии, разделяющие поля циклонической и антициклонической деятельности; 4 – области низкого давления; 5 – области высокого давления; 6 – граница морских льдов в годы с тяжёлыми ледовыми условиями; 7 – граница морских льдов в годы с лёгкими ледовыми условиями

1 Кононова Н. К. Указ. соч. С. 21–22.

2 Там же. С. 66–69.

Особенности планового расположения поморских жилищно-хозяйственных комплексов в зависимости от изменений природных условий на Шпицбергене в XVI–XVIII вв.

Карта-реконструкция (рис. 5 А) отражает атмосферные циркуляционные процессы и состояние морских льдов при активном развитии арктических гребней высокого давления (блокировок) со стороны Гренландии (действие элементарного циркуляционного механизма 3, или ЭЦМ 3). При этом граница области высокого давления проходит по югу Шпицбергена и уходит к Англии и Европе, а граница морских льдов проходит намного южнее её среднемноголетнего положения. Условия мореходства в этом случае осложнены, и прежде всего со стороны Британии и Голландии. На Шпицбергене в такие периоды преобладают низкие температуры воздуха, усиление ветров, тяжёлая ледовая обстановка.

Карта-реконструкция (рис. 5 Б) отражает атмосферную циркуляцию и состояние морских льдов при развитии интенсивного западно-восточного переноса воздушных масс над Северной Атлантикой. Блокирующие гребни высокого давления над Гренландией отсутствуют, и циклоны, пересекая южную часть острова, смещаются на восток к Исландии, Шпицбергену, Новой Земле и восточнее (действие ЭЦМ 13л). В этом случае перед западной частью Шпицбергена образуется выступ пространства свободной ото льда воды, а значит, мореходные условия здесь в целом лучше. Климат в такие периоды тоже более благоприятен, чем в первом случае. Исландия в это время в меньшей степени блокируется льдами.

Рассмотренные выше особенности высотных уровней 20 поморских памятников, гидролого-климатические реконструкции, а также анализ геодезических съёмок жилых построек 56 становищ из архивов музея «Помор» показали, что на протяжении трёх столетий (XVI–XVIII) около 66 % промысловых сезонов были неблагоприятными для проживания поморов на побережьях архипелага.

К благоприятным сезонам, судя по циркуляционным показателям, характерным для Северо-Европейского бассейна в МЛП, можно отнести временные интервалы: 1500–1550, 1700–1750, около 1850-х гг. и др. (см. рис. 2, 4, 5). Датировки, полученные археологами ИА РАН по поморским поселениям, в целом согласуются с этими периодами и совпадают (в особенности для XVIII в.) с известными определениями возраста деталей жилищных

комплексов. Первые поселения поморов на Шпицбергене в основном располагались на побережье Земли Норденшёльда, а к югу и северу от этого района ледовые условия были тяжёлыми.

Анализ закономерностей устройства и ориентировки поморскими жилищно-хозяйственных комплексов показал, что в течение XVI–XVIII вв. в 56 известных поморских поселениях 54 % сооружений были ориентированы торцами в основном к более холодным северо-восточным ветрам, а 46 % построек были ориентированы по направлению с севера на юг¹.

1 Захаров В. Г. Указ. соч. С. 99–101.