

АБРАМОВ В.А.

АТЛАС

АЙСБЕРГИ АРКТИКИ

Гренландское, Баренцево, Карское, Лаптевых,
Восточно-Сибирское, Чукотское моря,
Арктический бассейн

Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт (АНИИ)

Санкт-Петербург
1995 год

Редакционная коллегия:

Абрамов В.А.

Клячкин С.В.

Шведов Е.Г.

Оформление карт:

Шестакова Л.И.

Перевод на английский: Егорова Н.

Редактор: В.А.Абрамов

Содержание

Предисловие

Введение

Словарь терминов

1. Общегеографические карты

1.1 Характеристика источников образования айсбергов

1.2 Карты районов зарождения айсбергов

1.2.1 Положение районов зарождения айсбергов

1.2.2 Шпицберген

1.2.3 Земля Франца-Иосифа

1.2.4 Новая Земля

1.2.5 Северная Земля

1.2.5 Острова Де-Лонга

2. Карты распределения айсбергов (Клячкин С.В., Шведов Е.Г.)

2.1 Карты максимального количества айсбергов

2.1.1 Январь

2.1.2 Февраль

2.1.3 Март

2.1.4 Апрель

2.1.5 Май

2.1.6 Июнь

2.1.7 Июль

2.1.8 Август

2.1.9 Сентябрь

2.1.10 Октябрь

2.1.11 Ноябрь

2.1.12 Декабрь

2.2 Карты среднего многолетнего количества айсбергов.

2.2.1 Январь

2.2.2 Февраль

2.2.3 Март

2.2.4 Апрель

2.2.5 Май

2.2.6 Июнь

2.2.7 Июль

2.2.8 Август

2.2.9 Сентябрь

2.2.10 Октябрь

2.2.11 Ноябрь

2.2.12 Декабрь

2.3 Карты распределения повторяемости айсбергов

2.3.1 Январь

2.3.2 Февраль

2.3.3 Март

2.3.4 Апрель

2.3.5 Май

- 2.3.6 Июнь
- 2.3.7 Июль
- 2.3.8 Август
- 2.3.9 Сентябрь
- 2.3.10 Октябрь
- 2.3.11 Ноябрь
- 2.3.12 Декабрь
- 2.3.13 Год
- 2.4 Аномальные случаи распространения айсбергов в арктических морях

3. Характеристика айсбергов (Абрамов В.А., Шведов Е.Г.)

- 3.1 Характеристика формы айсбергов
 - 3.1.1 Баренцево море
 - 3.1.2 Земля Франца-Иосифа
 - 3.1.3 Карское море
 - 3.1.4 Лаптевых море
 - 3.1.5 Восточно-Сибирское море
 - 3.1.6 Чукотское море
 - 3.1.7 Арктический бассейн
- 3.2 Размеры айсбергов
 - 3.2.1 Геометрические размеры надводной части айсбергов
 - 3.2.2 Осадка айсбергов
- 3.3 Межгодовые изменения количества айсбергов в арктических морях
 - 3.3.1 Баренцево море
 - 3.3.2 Карское море
 - 3.3.3 Лаптевых море
 - 3.3.4 Восточно-Сибирское море
 - 3.3.5 Чукотское море
 - 3.3.6 Арктический бассейн
- 3.4 Межгодовые изменения южной границы распространения айсбергов в арктических морях
 - 3.4.1 Баренцево море
 - 3.4.2 Карское море (западная часть)
 - 3.4.3 Карское море (восточная часть)
 - 3.4.4 Лаптевых море (западная часть)
 - 3.4.5 Лаптевых море (восточная часть)
 - 3.4.6 Восточно-Сибирское море (западная часть)
 - 3.4.7 Восточно-Сибирское море (восточная часть)
 - 3.4.8 Чукотское море

Список литературы

Предисловие

Атлас представляет собой обобщение имеющихся в настоящее время данных по проблеме распределения айсбергов в арктических морях, в том числе, морях сибирского шельфа и Полярного бассейна.

Кроме этого, анализируются морфометрические особенности, в основном, надводной части айсбергов в различных морях и таяние айсбергов. Эта публикация стала возможной благодаря выполненным в последние годы исследованиям по проектам, связанным с предполагаемой добычей газа и нефти в отдельных районах арктических морей, судоходства в этих районах и личной инициативы авторов.

Авторы рассматривают айсберги как один из элементов ледового режима замерзающих морей, имеющего важное значение при проектировании и строительстве буровых платформ, прокладки подводных коммуникаций, трубопроводов, различных береговых сооружений, судоходства по Северному Морскому пути, а также научных исследований. Поэтому, при подготовке атласа главной задачей было привести сведения о распределении айсбергов в Арктике (географический раздел) и дать по возможности полнее характеристику айсбергов (справочный раздел). Используемая для этой цели база данных является наиболее полной из всех имеющихся по исследуемому региону и охватывает промежуток времени с 1881 г. по 1993 г. База данных включает около 80 тыс. наблюдений айсбергов.

Атлас подготовлен по личной инициативе сотрудников Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ). Авторы благодарят всех специалистов и особенно ледовых разведчиков, которые в течение многих лет участвовали в сборе данных об айсбергах Арктики.

Введение

Проблемы освоения природных ресурсов на шельфе арктических морей обратили внимание различных специалистов на айсберговую опасность для морских, подводных, береговых инженерных конструкций и плавания судов в этих районах. В связи с этим, в последние годы всестороннему исследованию этой проблемы уделяется много внимания в экспедиционных океанографических исследованиях, авиационных ледовых разведках, спутниковых наблюдениях и теоретических работах ученых различных специальностей. Одним из важных направлений изучения айсбергов является изучение исторических данных, хранящихся в различных архивах и разбросанных во множестве литературных источников. Обобщение наблюдений айсбергов в единую базу данных и позволило подготовить атлас.

При подготовке атласа использовались данные, хранящиеся в архивах ААНИИ (г. Санкт-Петербург), Мурманского УГКС (г. Мурманск), Северного УГКС (г. Архангельск), Северного флота, Норвежского Полярного института (г. Осло), а также данные ледовых ежегодников Датского Метеорологического института (Российская национальная библиотека, г. Санкт-Петербург). Основным источником данных об айсбергах являются карты ледовых авиационных разведок. Кроме этого, данные об айсбергах содержатся в рейсовых отчетах судов, океанографических экспедиций и прибрежных наблюдений полярных станций. Судовые наблюдения характеризуются эпизодичностью, но дают ценную информацию по морфометрии надводной части айсбергов, а также сведения по наблюдению айсбергов до начала регулярных авиационных разведок и в районах, где ледовая авиационная разведка не выполнялась, или они были редкими.

В атлас включены карты, характеризующие районы зарождения айсбергов [1985, Атлас Арктики], карты распределения айсбергов в течение года, подготовленные Клячкиным С.В. и Шведовым Е.Г. Справочный раздел атласа (Раздел 3) подготовлен Абрамовым В.А. и Шведовым Е.Г., текст написан Абрамовым В.А. Описание карт приведено в начале каждого раздела.

Атлас предназначен для предпринимателей, судоводителей, инженеров, ученых и студентов, а также всех интересующихся природными условиями в Арктике.

Наблюдение айсбергов

Исторические данные об айсбергах были получены с использованием следующих видов наблюдений:

- авиационные визуальные и инструментальные наблюдения;
- судовые наблюдения;
- стационарные прибрежные наблюдения (полярные станции);
- спутниковые наблюдения.

Продолжительность наблюдений различна в зависимости от моря или даже района моря. Наиболее продолжительные наблюдения за айсбергами относятся к Баренцевому морю и меньше всего данных для Чукотского моря и центральной части Арктического бассейна. В целом, можно отметить, что по видам наблюдений больше всего данных об айсбергах получено при выполнении ледовых авиационных разведок (96%). На долю судовых наблюдений айсбергов приходится около 4% и остальные виды наблюдения не превышают десятой доли процента.

Поэтому имеет смысл дать краткое описание ледовой авиационной разведки, на долю которой приходится большая часть наблюдений айсбергов.

Русские визуальные ледовые разведки в арктических морях сибирского шельфа выполняются более 60 лет с использованием самолетов и в последние десятилетия также и вертолетов. По результатам разведок строились карты распределения льда, на которых также нанесены айсберги. Эти карты и служили основным источником подготовки базы данных об айсбергах. При обнаружении айсберга, ледовые разведчики обычно регистрировали местоположение айсберга или их общее количество (если регистрировалась группа айсбергов), относя их к одной точке и не указывая площадь разброса на акватории моря. В отдельных случаях также определялась форма и геометрические размеры надводной части айсберга. Наблюдатели регистрировали айсберги в бортовых журналах и затем в течение полета данные наносились на карту.

В 1970-х годах в ААНИИ была принята стандартная схема маршрутов ледовых авиационных разведок. Эта схема показана на рис.1 [1981, Руководство...]. Однако, стандартная схема полетов самолетов служила основой и уточнялась наблюдателями в зависимости от конкретной ледовой обстановки и метеорологических условий. При выполнении специальных ледовых авиационных разведок, например, проводка судов, маршрут полета самолета определялся капитаном судна, который давал задание на полет.

Межгодовые изменения количества полетов и наблюденных айсбергов в различных морях приведено в приложении. Границы морей приведены на рис.2. Как следует из таблиц (см. приложение), количество полетов существенно изменялось от года к году и в зависимости от региона. С начала 1990-х годов ледовая авиационная разведка практически прекратилась. В течение года количество полетов также не оставалось постоянным. Обычно зимой их было меньше, по сравнению с летом. Максимум количества полетов приходится на сентябрь, а минимум

на декабрь. Следует отметить, что ледовые разведки чаще всего выполнялись в море Лаптевых.

Анализ техники наблюдений и ее ограничения

Высота полета на разведке выбиралась с учетом безопасности полета и метеорологических условий наблюдений. Полеты в открытом море или проливах обычно ограничены высотой нижней границы облачности и видимостью. Практически полеты выполнялись на высотах 100-500 м при благоприятных погодных условиях, а в темное время года или сумерках при свете прожекторов самолета на высоте около 100 м. С использованием радара максимальная зона осмотра вдоль пути самолета не превышала 15-20 миль даже при хорошей видимости.

Положение айсбергов определяется относительно расчетного местоположения самолета в момент определения. Если маршрут полета проходит строго над айсбергом, точность его положения относительно самолета зависит от ошибки фиксирования времени и соответствия показаний часов штурмана и наблюдателя. Из опыта установлено, что время пролета айсберга фиксируется с точностью 30 сек, что дает ошибку местоположения около 1.3 мили.

В случаях, когда айсберг находится в стороне от маршрута полета, его местоположение определяется со значительно меньшей точностью. При этом, местоположение айсберга складывается из

оценки направления относительно курса самолета и расстояния до него. Направление визуально может фиксироваться с точностью 12 град., что составляет 1/6 расстояния. Отсюда, общая ошибка наблюдателя (за счет ошибки расстояния и направления), например, при высоте полета 500 м будет равна: [1967, Бушуев А.В.] 0.6 мили при удалении айсберга на 1.1-2.5 км и 1.5 мили при удалении айсберга на 2.7-5.0 км. С увеличением удаления айсберга больше 5.0 км ошибки резко возрастают и превышают половину измеряемой величины.

С целью выявления ошибок визуального определения позиции айсбергов выполнялось сравнение наблюдений, производимых разными наблюдателями в одних и тех же районах. Средняя квадратическая ошибка определения позиции айсбергов по маршруту полета оказалась равной 2 мили, а для айсбергов, расположенных в стороне от маршрута, достигает 5 миль.

На точность визуального определения положения айсбергов также влияет точность самолетовождения при ледовых разведках. По данным Бушуева А.В. [1967], в таблице 1 представлены суммарные средние квадратические ошибки в определении местоположения айсбергов с учетом ошибок самолетовождения и за счет искажения картографической проекции.

Таблица 1

Суммарные ошибки в определении положения на карте айсбергов, в милях

Положение айс- Суммарная средняя квадратическая
Характеристика берга относи- ошибка при различной протяженнос-
видимости тельно марш- ти маршрутов, в милях

рута самолета -----
50 100 200 400 600

Четко виден На маршруте 2.2 3.8 5.0 6.7 7.9

В стороне на 5.1 5.9 6.8 8.1 9.1
10 миль

Нечетко виден На маршруте 4.1 5.1 6.1 7.6 8.6

В стороне на 10.0 10.6 11.1 11.9 12.6
10 миль

Таким образом, если принять среднюю протяженность маршрутов при ледовых авиационных разведках между пунктами точной привязки 200 миль, то можно считать, что положение айсбергов на ледовых картах наносилось со средней квадратической ошибкой 5-7 миль при хорошей видимости.

Словарь терминов

Айсберг - массивный отколовшийся от ледника кусок пресного льда различной формы, выступающий над уровнем моря более чем на 5 м, который может быть на плаву или сидеть на мели.

Различают следующие формы айсбергов:

- Столообразные айсберги обычно имеют преимущественно ровную горизонтальную верхнюю поверхность и прямоугольную или кубическую форму.
- Наклонные айсберги характерны для переходной стадии от столообразной формы к пирамидальной. Такие айсберги напоминают плиту, погруженную одним краем в воду.
- Куполообразные айсберги с понижениями поверхности от центра к краям возникают в результате деформации ледников на склонах гор еще до конца спуска и откалывания айсберга в море.
- Пирамидальные айсберги имеют остроконечную, неправильной формы вершину, большую высоту и сравнительно малые горизонтальные размеры. Может напоминать форму пирамиды или конуса.
- Разрушающиеся айсберги разнообразного вида, подвергшиеся в надводной частях таянию и механическому разрушению. Имеют причудливые и живописные очертания [1994, Бородачев В.Е.].
- Обломок айсберга - это (часть айсберга) кусок льда, возвышающийся над уровнем моря на высоту от 1 до 5 метров и имеющий площадь 100-300 кв метров.
- Кусок айсберга - это кусок плавучего льда материкового происхождения, выступающий менее чем на 1 метр над поверхностью моря и занимающий площадь около 20 кв метров.

Ледяной дрейфующий остров - разновидность айсбергов, возвышающаяся над уровнем моря на 5 м и более, образовавшийся от арктического шельфового ледника острова Элсмир. Может иметь

толщину до 50 м и более и площадь до 500 кв.км; обычно имеет волнистую поверхность. Кроме Арктического бассейна, ледяные дрейфующие острова или их обломки наблюдались в морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском [1974, Бушуев А.В.].

Обломок ледяного дрейфующего острова - часть ледяного дрейфующего острова размером 100 - 500 м в поперечнике.

Ледовый режим - устойчивая последовательность наступления и развития природных ледовых явлений и процессов, отражающая закономерный характер пространственно-временных изменений параметров и показателей ледяного покрова [1994, Бородачев В.Е.].

Сердж ледника - это резкое ускорение его движения, превышающее нормальную скорость течения льда до 100 раз.

Раздел 1. Общегеографические карты.

1.1 Характеристика источников образования айсбергов.

Согласно оценкам разных авторов, суммарный ежегодный айсберговый сток в Арктике составляет 250 - 470 куб.км [1974,Мировой водный баланс...; 1974, Шелл И.И.]. В рассматриваемом регионе годовая величина айсбергового стока оценивается в 6.3 куб.км. По отдельным островам айсберговый сток распределен неравномерно и эти сведения содержатся в таблице 1.1. Необходимо отметить, что оценки величины айсбергового стока разными авторами существенно отличаются. Так, если по данным Корякина В.С. [1988] на Шпицбергене ежегодно образуется в среднем 5 куб.км айсбергов, то по данным Корснаса Р. [1991,Korsnes R.] айсберговый сток в этом районе составляет 1.65 куб.км. Это различие в оценках объема айсбергов указывает как на сложность проблемы, так и на недостаточное количество полевых измерений. Точное знание объема айсбергового стока необходимо, так как это позволило бы оценить не только количество айсбергов, зарождающихся в том или ином районе, но и возможные тенденции айсбергового стока в будущем.

Источниками айсбергов в исследуемом регионе являются ледники архипелага Шпицберген, Земли Франца-Иосифа, северного острова Новой Земли, Северной Земли и островов Де-Лонга. Кроме этого, айсберги и ледяные дрейфующие острова заносятся в моря сибирского шельфа из Канадского сектора Арктики.

На архипелаге Шпицберген образуется 1.65 куб.км айсбергов в течение года, что по оценке Р.Корснаса [1991,Korsnes R.] может привести к образованию около 300 айсбергов. По данным О.Хагена и др.[1991,Hagen J.O.] ледники, от которых могут образовываться наиболее крупные айсберги, способные проникать в Баренцево море расположены в 4-х районах: - проливе Хинлопен; - восточном побережье острова Баренца и острова Эдж; - в Стофьорде (восточное побережье Шпицбергена); - Северо-Восточной Земле и острове Белый.

Таблица 1.1

Статистическая характеристика оледенения островов.
[1985,Атлас Арктики; 1974,Мировой Водный баланс;
1991, Korsnes R.; 1988, Solheim A.]

Район Площадь Покрыто Объем Протяж.ледя- Айсберговый
острова, льдом, льда, ных берегов, сток/год,
кв.км кв.км % куб.км км % куб.км

Шпицбер-
ген 60874 35106 57.7 10360 1028 19.9 1.65

Земля Франца-
Иосифа 16134 13735 85.1 2250 2650 51.2 2.26

Новая
Земля 82600 24416 29.6 6800 666 12.9 2.0

Северная
Земля 36766 18325 49.8 5500 501 9.7 0.35

о.Ушакова 320 320 100 56 - - 0.02

Остова
Де-Лонга 225 81 36.0 11 - - -

В целом 196919 91983 46.7 24977 4845 - 6.28

Наблюдения за ледниками Шпицбергена показывает, что большинство из них подвержено сердгам. В результате серджа переносится большой объем льда с более высоких в более низкие части ледника [1991, Hagen J.O. и др.]. Самые большие серджи на Шпицбергене имели место примерно в одно и тоже время: на Негрибринне в 1935-1936 гг, на Брасвеллбринне в 1937-1938 гг, когда фронт ледников соответственно продвинулся на 12 км при ширине фронта 15 км и на 20 км при ширине фронта 30 км. По мнению Корякина В.С. [1988] это было грандиознейшее событие, а норвежские моряки зарегистрировали сотни айсбергов в этом районе. После серджа ледник менее активен и количество зарождающихся айсбергов сокращается. Исследование многолетних изменений баланса масс отдельных ледников [1988, Hagen J.O. и др.] и фронтов более 80 ледников Шпицбергена, выполненное в работе [1991, Hagen J.O. и др.] приводит к выводу о сокращении оледенения Шпицбергена в течение XX столетия.

Архипелаг Земля Франца-Иосифа (ЗФИ) по данным "Каталога ледников СССР" насчитывает 191 остров и имеет наибольшую протяженность ледяных берегов. Оледенение островов имеет определенные особенности, заключающиеся в том, что ледники приурочены к юго-западной, южной и юго-восточной окраинам островов. В отличие от Шпицбергена, для ЗФИ не было карт, которые позволили бы уверенно оценить тенденции оледенения архипелага. Тем не менее, основываясь на изучении перигляциальной зоны, Т.Н.Спижарский и несколько позднее П.А.Шумский пришли к заключению о равновесном или даже положительном балансе оледенения архипелага до начала 1950-х годов, когда были проведены оценки. Изменение размеров оледенения ЗФИ за период 1953-1978 гг. показали, что площадь оледенения сокращается. Общее сокращение площади ледников составило 230 кв. км, а запасы льда сократились на 93 куб. км [1988, Корякин В.С.].

Достоверных сведений о серджах ледников ЗФИ нет.

Ледники Новой Земли, также как Шпицбергена и ЗФИ, повсеместно сокращаются в течение XX века. Из 33 выводных ледников бассейна Баренцева моря 19 достигают морского побережья. В бассейне Карского моря сформировалось 22 выводных ледника, из которых 14 достигают побережья Карского моря [1988, Корякин В.С.].

Первые сведения о размерах оледенения Северной Земли были получены санной экспедицией Г.А.Ушакова - Н.Н.Урванцева в 1930-1932 гг. [1990, Ушаков Г.А.]. В бассейн Карского моря спускаются 3 языка от

ледников на юге о.Комсомолец. В пролив Красной Армии спускаются 6 таких языков и еще 2 языка достигают моря Лаптевых.

В северной части о.Комсомолец имеется ледник Арктический и ледниковая шапка о.Шмидта. Значение айсбергов Северной Земли по-видимому большое, так как они могут иметь большие размеры, выноситься в Арктический бассейн [1955,Зубов Н.Н.], и возможно, через пролив Фрама в Гренландское море.

На трех из пяти островов Де-Лонга находятся небольшие ледниковые шапки. На острове Беннетта находятся три ледниковые шапки и от самой большой из них (ледник Толля) к морю спускается пять выводных языков, из которых 2 на южном побережье острова достигает моря. На острове Генриетты от ледниковой шапки площадью примерно 6 кв.км. к морю спускается единственный выводной язык. На острове Жаннетты ледниковая шапка своим северным краем выходит на отвесный край плато, образуя 60-метровый обрыв [1988,Корякин В.С.].

Айсберги, по-видимому, могут образовываться от выводных ледников о-вов Беннетта и Генриетты.

1.2 Карты районов зарождения айсбергов

На общегеографических картах [1985,Атлас Арктики] этого раздела показаны районы зарождения айсбергов (карта 1.2.1) и отдельно выделены острова с указанием на них основных выводных ледников (карты 1.2.2 - 1.2.5), образующих айсберги.

Раздел 2. Карты распределения айсбергов

На картах этого раздела приведено распределение айсбергов в Арктике для каждого месяца. Карты иллюстрируют максимальное количество айсбергов, среднее многолетнее количество айсбергов, повторяемость появления айсбергов и на отдельной карте выделены некоторые аномальные случаи наблюдений айсбергов в прибрежных районах.

Для построения этих карт исследуемый регион был разделен на квадраты 100 x 100 км. Затем в каждом квадрате суммировались зарегистрированные айсберги за каждый месяц отдельно для всего периода наблюдений. Из полученных таким образом многолетних рядов для каждого квадрата было найдено максимальное количество айсбергов в каждом месяце за весь период наблюдений (карты 2.1.1 - 2.1.12).

Среднее арифметическое число айсбергов (карты 2.2.1 - 2.2.12) рассчитано делением общего количества айсбергов в каждом квадрате на число случаев регистраций айсбергов.

Повторяемость (%) появления айсбергов (карты 2.3.1 - 2.3.13) рассчитана согласно равенства:

$$p = \frac{m}{n} \times 100 ,$$

где p - относительная частота (повторяемость);

m - число лет появлений айсбергов;

n - число лет наблюдений айсбергов.

На карте 2.4 приведены редкие случаи появления айсбергов в прибрежных районах арктических морей и указана дата наблюдений этих айсбергов.

Раздел 3. Характеристика айсбергов

3.1 Характеристика формы айсбергов

При производстве авиационных ледовых разведок и судовых наблюдений во многих случаях определялась форма айсбергов. Эти данные были обобщены по отдельным морям, границы которых показаны на рис.2 (см. Введение). Район Земли Франца-Иосифа выделен отдельно. Распределение повторяемости различной формы айсбергов для каждого моря приведено на рис.3.1.1 - 3.1.7. При этом на всех рисунках разновидности айсбергов, повторяемость которых меньше 1%, выделены более крупным масштабом и снабжены дополнительной шкалой по вертикали.

Эти данные показывают, что в исследуемом регионе зарегистрировано 13 разновидностей форм айсбергов. При этом в большинстве случаев во всех морях и Арктическом бассейне наблюдались обломки айсбергов, по размерам не превышающие 5 м высоты, 20 м длины и ширины [1974, Бушуев А.В. и др.]. Объём льда в таком образовании может достигать примерно 10 - 15 тыс.куб.м.

Достаточно часто наблюдатели отмечали столообразные айсберги, характерные для молодых айсбергов, образованных от медленно движущихся ледников. Именно столообразные айсберги могут достигать наибольших размеров, включающих более миллиона куб.м. льда. Таких айсбергов больше всего зарегистрировано в Баренцевом море.

Пирамидальные айсберги также являются характерными для молодых айсбергов, образованных от быстродвижущихся ледников или в период сжатия ледника. Эти айсберги обычно имеют большую высоту при сравнительно небольших горизонтальных размерах. В процессе разрушения айсберги могут принимать самую различную форму, в том числе куполообразную и наклонную или могут регистрироваться как разрушающийся айсберг.

В морях Лаптевых, Восточно-Сибирском и Чукотском наблюдаются ледяные дрейфующие острова или их обломки. Объём льда, содержащегося в ледяном острове может достигать 25 - 30 км куб., а в обломке ледяного острова - 0.02 км куб.

3.2 Размеры айсбергов

3.2.1 Геометрические размеры надводной части айсбергов

В монографии [1985, Динамика масс снега и льда] отмечается, что размеры айсберга в момент его зарождения зависят от механизма его отрыва от ледника. Лежащий на грунте ледник порождает совсем другие айсберги, чем ледник, фронт которого находится на плаву.

Ледники, концы которых находятся на грунте порождают небольшие айсберги, длина которых обычно меньше, чем толщина ледника или равна толщине ледника. Ледники, у которых длина участка, находящегося на плаву, превышает по крайней мере в 7 раз их ширину, порождают айсберги, ширина которых имеет тот же порядок, что и

толщина, а длина может быть несколько больше толщины льда. Айсберг в этом случае имеет форму близкую к кубу или параллелепипеду. При этом, относительное распределение айсбергов по размерам остается неизменным в течение длительного времени, так как факторы, определяющие размеры айсбергов изменяются медленно. Айсберги, имеющие форму близкую к кубу, являются характерными для исследуемого региона.

Активные, трещиноватые приливные ледники, оканчивающиеся в фьордах Шпицбергена обычно продуцируют большое количество небольших айсбергов длиной менее 40 м. Менее активные приливные ледники дают меньшее количество айсбергов, но их размеры больше из-за малой трещиноватости. Согласно Dowdeswell J.A. [1989], крупные ледниковые комплексы в восточной части Шпицбергена продуцируют как небольшое количество крупных столовых айсбергов длиной до 600 м, так и неоднородные по форме небольшие айсберги.

На островах ЗФИ, по результатам исследования Дибнера В.Д. [1955], наиболее крупные айсберги могут зарождаться от ледника, расположенного на Земле Георга.

Оценка размеров айсбергов в одном из фьордов Северной Земли, выполненная по данным аэрофотосъемки [1955, Дибнер В.Д.] показывает, что средняя длина айсбергов составляет 600 м, а ширина 260 м.

Сведения о геометрических размерах надводной части айсбергов, измеренные Г.А.Ушаковым [1990] приводятся в таблице 3.1. При использовании этих данных следует учесть, что размеры айсбергов, приведенные в этой таблице не являются репрезентативными для данного района, так как характеризуют, в основном, грандиозные айсберги, которые встречались во время санных походов Г.А.Ушакову и Н.Н.Урванцеву. Тем не менее эти сведения указывают на то, что от ледников Северной Земли образуются большие айсберги.

Исследование геометрических размеров надводной части дрейфующих айсбергов выполнялось в морских экспедициях в 1989-1991 гг. [1989,1990, Vinje T. и др.]. Статистическая оценка линейных размеров айсбергов по результатам измерений в этих экспедициях была сделана В.А.Абрамовым [1992]. Эти данные приведены в таблице 3.2.

Кроме этого, проанализированы данные геометрических размеров надводной части айсбергов визуальных и инструментальных ледовых авиационных разведок. Результаты этих оценок приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.1

Характеристика айсбергов Северной Земли по данным экспедиции Г.А.Ушакова-Н.Н.Урванцева в 1931 году.

 Район Дата Длина Ширина Высота Кол-во Форма Цвет
 наблюдения наблюдения м е т р ы айсбергов льда

Пролив 4 марта 20 1
 Красной 11 марта 1200 4 1 2
 Армии 11 марта 12 1 2
 11 марта 16 1 2

11 марта 20 1 2
11 марта 21 1 1
15 марта 2100 800 6 1 2
15 марта 20-21 много 2

Восточное 8 мая 200 5-6 несколько 4
побережье сотен
о.Комсомолец 8 мая 370 200 20-24 много 1,2
(в зоне 80 21 11 мая 24 1
- 80 38 с.ш.) 12 мая 550 20 много

Зал.Журавлева 24 мая 300 19 много 3
Зал.Ковалевс-
кой 24 мая 650 19 2 3
Мыс Анучина 17 мая небольшие айсберги 15

Примечание: 1 - наклонный айсберг;
2 - столообразный айсберг;
3 - пирамидальный айсберг;
4 - голубой.

Таблица 3.2

Статистическая оценка геометрических размеров надводной части айсбергов в Баренцевом море по данным судовых наблюдений

Характеристика Длина, м Ширина, м Высота, м

Среднее 64 46 11
Мода 54 35 6.5
Средн.кв.откл. 38 33 6
Коефф.вариации, % 62 71 58
Максимум 180 160 30
Минимум 5 5 5
Размах 175 155 25
Длина ряда 97 38 87

Таблица 3.3

Статистическая характеристика линейных размеров айсбергов по данным ледовой авиационной разведки, 1983-1991 гг

Характеристика Длина, м Высота, м

Арктический бассейн
Среднее арифметическое 18
Мода 15
Среднее квадр.отклонение 12
Коеффициент вариации, % 67
Максимум 42
Минимум 2
Размах 40
Длина ряда 39

Баренцево море
Среднее арифметическое 103 16
Мода 100 8

Среднее квадр.отклонение 92 10
Коэффициент вариации,% 89 62
Максимум 700 50
Минимум 15 2
Размах 685 48
Длина ряда 81 201

Карское море
Среднее арифметическое 63 9
Мода 40 6
Среднее квадр.отклонение 35 4
Коэффициент вариации,% 56 44
Максимум 150 30
Минимум 20 6
Размах 130 24
Длина ряда 23 42

3.2.2 Осадка айсбергов

Прямых измерений осадки айсбергов немного и все известные нам случаи приводятся в этом разделе. По данным измерений борозд на дне моря, оставленных нижней частью айсбергов южнее Северо-Восточной Земли (о.Шпицберген) с помощью локатора бокового обзора, максимальная осадка айсбергов в этом районе моря составляет около 100 м [1985,Vinje T.E.].

По данным экспедиционных исследований в Баренцевом море имеется 2 случая прямой оценки осадки айсбергов. В первом случае измерения были произведены на айсберге, который разрушаясь в воде лег на бок, а не перевернулся, как это обычно бывает. В результате, имелась возможность оценить соотношение его подводной и надводной частей, которое в данном случае составило 1:7. Таким образом, максимальная осадка айсберга составляет около 80 м. Отметим, что это соотношение получено для столообразного айсберга. В другом случае было выполнено эхолотирование столообразного айсберга норвежскими учеными. Его максимальная осадка составила 85 м [1989,Vinje T.E.].

3.3 Межгодовые изменения количества айсбергов в арктических морях

Авиационные разведки охватывали определенную площадь обзора вдоль трассы полета. Поэтому, информация о количестве наблюдаемых в течение полета айсбергов является неполной. Имеющиеся данные позволяют оценить плотность айсбергов по трассе полетов самолетов и если принять гипотезу о равномерном распределении айсбергов в исследуемом регионе распространить эти оценки на всю акваторию.

Такой подход позволяет оценить межгодовые изменения количества айсбергов в различных морях.

Для решения этой задачи вначале был выполнен расчет площади, охваченной авиаразведками в данном месяце. При производстве расчетов брались среднестатистические значения скорости самолета,

высоты полета, ширины полосы обзора при данной высоте полета, продолжительности авиационной разведки и количество авиаразведок в месяц. Исходя из этих сведений рассчитывалась площадь акватории моря, которая осматривалась при выполнении авиационных разведок за каждый месяц и год. Далее, принимая гипотезу о равномерном распределении айсбергов, возможно произвести расчет количества айсбергов, приходящихся на всю акваторию каждого моря. Таким образом для всего промежутка времени наблюдений за айсбергами было рассчитано количество айсбергов во всем исследуемом районе по годам, приходящееся на квадрат 100 x 100 км. Результаты расчетов приведены на рис.3.3.1 - 3.3.6.

Для удобства пользователей на каждом рисунке приводится таблица, содержащая сведения о ежегодном количестве айсбергов за период наблюдений, приходящихся на площадь 10 тыс.км кв.

3.4 Межгодовые изменения южной границы распространения айсбергов в арктических морях

Для исследования многолетних изменений распространения айсбергов в арктических морях использовались сведения о наиболее южной широте появления айсбергов в течение года в любом районе моря. Эти данные в графической форме и табличном виде приводятся на рис.3.4.1 - 3.4.8. Границы морей или районов морей приводятся на рис.2 (см. введение).

Список литературы

Атлас Арктики. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР., Москва, 1985, 204 с.

Бородачев В.Е., Гаврило В.П., Казанский М.М. Словарь морских ледовых терминов. Спб, Гидрометеиздат, 1994, с.128.

Бушуев А.В., Лоцилов В.С. Точность авианаблюдений и картирования морских льдов. Л., Труды ААНИИ, 1967, т.257, с.84-92.

Бушуев А.В., Волков Н.А., Лоцилов В.С. Атлас Ледовых образований. Л., Гидрометеиздат, 1974, 140 с.

Воеводин В.А. О размерах айсбергов в районе Земли Франца-Иосифа и Шпицбергена. Проблемы Арктики и Антарктики. Вып.39, 1972, с.138-140.

Дибнер В.Д. О происхождении плавучих ледяных островов. Природа, N 3, 1955, с.89-92.

Динамика масс снега и льда. Л., Гидрометеиздат, 1985, 456 с.

Зубов Н.Н. Арктические ледяные острова и характер их дрейфа. Природа, N 2, 1955.

Корякин В.С. Ледники Арктики. М., Наука, 1988, 160 с.

Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. Л., Гидрометеиздат, 1974, 640 с.

Руководство по производству ледовой авиаразведки. Л., Гидрометеиздат, 1981, 240 с.

Ушаков Г.А. По нехоженой Земле. Л., Гидрометеиздат, 1990, с.183-576.

Шелл И.И. Айсберги. Океанографическая энциклопедия. Гидрометеиздат, 1974, с.12-14.

Abramov V.A. Russian iceberg observations in the Barents Sea, 1933-1990. Polar Research Oslo, 1992, 11(2), 93-97.

Hagen J.O., Liestol O. Long-term glacier mass-balance investigation in Svalbard, 1950-88. NP, N-1330, 1991, Oslo, Norway, p.102-106.

Korsnes R. Statistical description and estimation of ocean drift ice environment. Trondheim, Norway, 1991, pp.1-21.

Kvambekk A.S., Loyning T.B., Vinje T. IDAP 90. Russian deployment-field observation and analysis. NP., Oslo, Norway, N-1330, 1990, p.41

Lefauconnier B., Hagen J.O., IDAP-89. Analysis of NP photography surging and calving glaciers. NP, Oslo, Norway, 1991, p.127

Solheim A. Glacial geology of the northern Barents Sea, with emphasis on the surge related, ice proximal depositional environment. NP, NR.47, Oslo, Norway, 1988, p.158.

Vinje T. The physical environment Western Barents Sea. NP, Oslo, 1985, p.26.

Vinje T.E. Icebergs in the Barents Sea. Proceedings of the Eighth International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering. The Hague, 1989, pp.139-145.

Vinje T., Jensen H., Johnsen A.S., Loset S., Hamran S.E., Lovas S.M., Erlingsson B. IDAP-89. R/V LANCE deployment Volume 2: Field observation and analysis. NP, N-1330, Oslo, SINTEF-NHL, N-7034, Trondheim- NHL, Norway, 1989, p.72

Vinje T.E., Johnsen A.S. IDAP-89. Russian buoy deployment. Volume 1: Field observation and first period analysis. NP, N-1330, Oslo Norway, 1989, p.29.

Приложение

Характеристика базы данных айсбергов.

Данные об айсбергах занесены на персональный компьютер по каждому исследуемому району в виде отдельных массивов. Формат занесения данных включает следующую информацию:

- Порядковый номер записи.
- Дату наблюдения айсберга: Год, месяц и число месяца.
- Географические координаты: Широта и долгота выражена в десятых долях градуса.
- Количество айсбергов: если количество айсбергов превышало единицу, наблюденное число айсбергов заносилось в отдельную графу. Сведения о пространственном разбросе айсбергов в месте их наблюдения отсутствуют.
- Метод наблюдения: Исходя из метода регистрации айсберга можно судить о точности его положения. При авиационных наблюдениях учитывается навигационная точность самолетовождения и не учитываются ошибки наблюдения, картографические ошибки, а также ошибки работы с картой.
- Форма надводной части айсбергов.
- Высота айсберга: Эта величина характеризует расстояние по вертикали от самой высокой точки айсберга до поверхности воды, оцененную визуально или измеренную тем или другим способом при судовых наблюдениях.
- Длина айсберга: Расстояние по горизонтали между двумя точками противоположных сторон айсберга, наиболее удаленных друг от друга.
- Ширина айсберга: Характеризует максимальную ширину айсберга.
- Цвет льда айсберга.

Суммарное количество айсбергов, авиационных разведок и судовых наблюдений за каждый год приведено в табл. 1 - 8.

Таблица 1

Суммарное количество айсбергов (1,3), авиационных разведок (2) и судовых наблюдений (4) в Баренцевом море.

-----		-----	
Годы	1 2	Годы	3 4
-----		-----	
1936	3 1	1881	5 3
1937	2 1	1899	6 3
1939	1 1	1900	8 3
1940	10 3	1901	8 1
1941	2 2	1902	2 1
1942	8 4	1905	2 1
1943	14 4	1908	15 2
1944	20 4	1910	9 4
1945	22 6	1911	12 4

1946	37	8	1912	4	1
1947	32	9	1913	6	1
1948	73	10	1914	7	3
1949	6	2	1915	13	7
1950	61	13	1916	2	2
1951	167	18	1917	2	1
1952	93	19	1918	4	2
1953	172	20	1919	3	1
1954	156	21	1920	4	2
1955	222	10	1921	5	1
1956	135	29	1922	5	3
1957	119	15	1923	13	7
1958	202	23	1924	14	7
1959	321	25	1925	2	2
1960	714	27	1926	18	7
1961	107	14	1927	5	4
1962	244	25	1928	35	16
1963	196	33	1929	71	24
1964	304	36	1930	26	12
1965	107	27	1931	2	2
1966	373	34	1932	19	10
1967	483	47	1933	11	8
1968	263	51	1934	70	23
1969	174	38	1935	23	13
1970	132	16	1936	10	3
1971	277	43	1937	1	1
1972	225	30	1938	2	1
1973	163	23	1939	7	2
1974	44	8	1940	7	3
1975	23	7	1941	3	3
1976	296	35	1944	6	1
1977	131	28	1945	2	1
1978	151	24	1948	16	6
1979	123	23	1949	3	1
1980	119	14	1956	6	2
1981	100	13	1971	6	1
1982	86	15	1972	1	1
1983	117	19	1980	115	4
1984	215	26	1982	23	2
1985	343	30	1983	21	2
1986	173	23	1984	150	4
1987	884	32	1989	147	22
1988	695	39	1990	121	17
1989	1009	81	1991	55	7
1990	299	27	1992	60	5
1991	711	36	-----		
1992	8	2	В целом	1193	270
1993	1	1	-----		

			В целом	11168	1175

Таблица 2

Суммарное количество айсбергов (1,3), авиационных разведок (2) и судовых наблюдений (4) в проливах Земли Франца-Иосифа.

Годы	1	2	Годы	3	4
1936	12	2	1928	4	3
1937	47	7	1932	26	7
1938	5	2	1935	4	2
1939	10	5	1936	9	4
1940	2	2	1937	11	5
1941	16	5	1940	2	1
1942	14	4	1945	1	1
1943	42	6	1956	4	1
1945	3	2	1968	33	2
1946	24	4	1972	5	1
1947	43	10	1983	61	7
1948	10	2	1984	175	5
1949	7	2	1990	35	4
1950	34	4	1992	414	6
1951	92	11			
1952	273	18	В целом	784	49
1953	420	17			
1954	452	34			
1955	700	18			
1956	892	40			
1957	813	35			
1958	212	27			
1959	1089	48			
1960	1851	34			
1961	226	13			
1962	439	27			
1963	569	35			
1964	936	36			
1965	690	44			
1966	711	32			
1967	750	40			
1968	416	36			
1969	302	31			
1970	953	27			
1971	767	33			
1972	450	26			
1973	581	26			
1974	103	8			
1975	187	12			
1976	412	31			
1977	204	33			
1978	307	30			
1979	786	35			
1980	309	18			
1981	29	6			
1982	126	7			
1983	1040	23			
1984	860	24			
1985	911	28			
1986	687	13			
1987	2972	34			
1988	2846	23			
1989	2277	25			
1990	66	7			
1991	3	1			

1992 40 7

В целом 29018 1110

Таблица 3
Суммарное количество айсбергов (1,3), авиационных разведок (2)
и судовых наблюдений (4) в Карском море.

-----		-----	
Годы	1 2	Годы	3 4

1936	29 5	1930	8 5
1937	4 1	1932	34 8
1938	3 2	1933	82 3
1940	6 2	1934	3 2
1941	14 5	1935	8 6
1943	4 2	1936	5 3
1944	2 1	1937	3 1
1945	29 4	1940	111 2
1946	42 11	1944	1 1
1947	44 8	1945	1 1
1948	60 13	1946	1 1
1949	68 8	1971	2 1
1950	163 20	1980	1 1
1951	312 32	1983	41 3
1952	149 23	1984	24 2
1953	117 22	-----	-----
1954	282 26	В целом	325 40
1955	206 18	-----	-----
1956	97 21		
1957	77 26		
1958	145 20		
1959	200 33		
1960	213 20		
1961	33 14		
1962	79 14		
1963	62 18		
1964	124 22		
1965	74 17		
1966	97 17		
1967	134 24		
1968	127 30		
1969	139 38		
1970	378 62		
1971	232 54		
1972	245 55		
1973	151 33		
1974	226 38		
1975	78 19		
1976	107 22		
1977	54 21		
1978	125 28		
1979	90 22		
1980	121 32		
1981	122 35		

1982 86 24
 1983 125 32
 1984 573 65
 1985 651 61
 1986 302 44
 1987 521 39
 1988 261 33
 1989 1312 47
 1990 90 7
 1991 79 9
 1993 33 1

 В целом 9097 1300

Таблица 4
Суммарное количество айсбергов (1), авиационных разведок (2) в море Лаптевых.

 Годы 1 2

1950	179	15	
1951	411	36	
1952	303	15	Таблица 5
1953	408	33	Суммарное количество айсбергов (1)
1954	952	40	и авиаразведок (2) в Восточно-
1955	631	33	Сибирском море.
1956	999	73	-----
1957	537	62	Годы 1 2
1958	552	65	-----
1959	1243	50	1950 69 4
1960	1417	67	1951 1 1
1961	649	67	1953 1 1
1962	415	36	1954 5 1
1963	282	35	1955 1 1
1964	513	29	1958 3 1
1965	159	23	1959 3 1
1966	132	29	1961 324 20
1967	378	46	1962 104 18
1968	308	29	1963 127 27
1969	403	45	1964 63 13
1970	983	53	1965 142 17
1971	387	44	1966 64 11
1972	295	21	1967 46 12
1973	605	35	1968 3 2
1974	819	38	1969 25 8
1975	317	21	1970 103 22
1976	217	28	1971 76 9
1977	137	15	1972 31 8
1978	248	22	1973 10 6
1979	169	27	1975 2 2
1980	246	19	1977 4 2
1981	63	7	1978 3 1
1982	30	10	1979 1 1
1983	261	18	1981 1 1
1984	599	16	1991 1 1

1985	310	15	-----
1986	126	9	В целом 1213 191
1987	313	32	-----
1988	450	29	
1989	44	11	
1990	145	17	
1991	239	5	

В целом 17874 1320			

Таблица 6
Суммарное количество айсбергов (1) и авиаразведок (2) в Чукотском море.

Годы	1	2

1950	43	3
1951	2	2
1961	147	21
1962	176	14
1963	70	15
1964	4	3
1965	4	2
1967	3	3
1968	1	1
1969	8	2
1970	7	5
1972	1	1
1973	16	10
1974	1	1
1977	1	1
1978	1	1
1979	1	1

В целом 486 86		

Таблица 7
Суммарное количество айсбергов (1,3), авиационных разведок (2) и судовых наблюдений (4) в Арктическом бассейне.

Годы	1	2	Годы	3	4

1936	1	1	1928	9	2
1937	17	4	1932	13	5
1939	3	3	1934	1	1
1940	4	2	1935	5	3
1943	34	1	1936	4	1
1946	19	2	1937	1	1
1947	5	5	1944	2	1
1948	10	3	1956	5	1
1949	2	1	1980	50	1
1950	26	11	1983	91	6

1951	31	11	1984	53	1
1952	353	9	1990	17	2
1953	28	14	1991	16	4
1954	707	30	-----		
1955	288	26	В целом	267	29
1956	58	20	-----		
1957	101	19			
1958	128	15			
1959	242	35			
1960	185	29			
1961	82	17			
1962	77	20			
1963	99	24			
1964	139	26			
1965	134	24			
1966	254	28			
1967	88	19			
1968	154	22			
1969	119	24			
1970	164	25			
1971	139	31			
1972	170	31			
1973	75	17			
1974	23	7			
1975	73	13			
1976	97	21			
1977	107	21			
1978	55	21			
1979	343	34			
1980	130	16			
1981	10	2			
1982	14	3			
1983	36	10			
1984	529	21			
1985	206	39			
1986	74	17			
1987	233	29			
1988	452	30			
1989	22	7			
1990	293	17			
1991	270	12			
1992	12	1			
1993	1	1			

В целом	6916	871	-----		

Таблица 8
Суммарное количество авиационных наблюдений айсбергов в Гренландском и Норвежском морях.

-----	-----
Годы	Количество
айсбергов	-----
1928	1
1946	2
1950	2

1952 5
1953 3
1954 1
1955 7
1957 18
1958 27
1959 13
1960 24
1961 18
1962 3
1963 9
1964 12
1965 6
1966 12
1967 2
1968 8
1970 3
1971 12
1972 6
1973 11
1975 1
1976 6
1977 5
1978 5
1979 9
1980 20
1981 18
1989 1
1990 5
1991 2

В целом 277
