



ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ И ПРОВЕДЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ У ПОБЕРЕЖЬЯ АНТАРКТИДЫ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ



**ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ
И ПРОВЕДЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ
У ПОБЕРЕЖЬЯ АНТАРКТИДЫ**

Методическое пособие

Под редакцией
А.И. Короткова, В.Е. Федякова

Санкт-Петербург
ААНИИ
2020

УДК 656.61:551.326(269)
ББК 39.48+26.211(00)

Ледовые условия плавания и проведения грузовых операций у побережья Антарктиды. Методическое пособие. Под ред. А.И. Короткова, В.Е. Федякова. СПб: ААНИИ, 2020. 124 с., ил.

ISBN 978-5-98364-100-6

Рецензент: канд. техн. наук В.А. Лихоманов

Настоящее пособие обобщает более чем полувековой опыт ледовых плаваний отечественных судов к побережью Антарктиды с целью доставки необходимых экспедиционных грузов. Дано краткое физико-географическое описание антарктической области Южного океана и ее навигационных опасностей. Главное внимание уделено поэлементной характеристике морского ледяного покрова (айсберги, дрейфующий лед, полыньи и припай) на основе обобщений за многолетний период данных всех видов ледовых наблюдений, выполняемых в Российской антарктической экспедиции (спутниковых, судовых и прибрежных). Содержатся сведения о маршрутах и приемах ледового плавания, включая преодоление самой коварной зоны — прибрежной «ледовой реки». Рассказывается о выборе и подготовке мест швартовки в зависимости от используемого способа выгрузки.

Пособие предназначено в первую очередь для участников РАЭ — моряков и полярников, судоводителей и научных специалистов, занимающихся гидрометеорологическим обеспечением работ в Антарктике. Может быть использовано как современное дополнение к существующим режимно-справочным пособиям при планировании и проведении морских операций в Южном океане.

ISBN 978-5-98364-100-6

© Государственный научный центр РФ
Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	4
1. Навигационные опасности на пути в Антарктиду.....	6
2. Южный океан и особенности формирования его ледяного покрова	10
3. Айсберги	16
4. Дрейфующий лед	24
5. Полюньи	31
6. Припай	36
7. Маршруты плавания	41
8. Пересечение зоны прибрежной «ледовой реки».....	43
9. Форсирование припая.....	45
10. Выбор места стоянки и швартовки судна	48
11. Особенности ледового режима и выполнения грузовых операций в районе действующих прибрежных станций и сезонных баз РАЭ.....	52
11.1. База Молодежная	52
11.2. Станция Прогресс	54
11.3. Обсерватория Мирный	64
11.4. База Оазис Бангера.....	67
11.5. Станция Новолазаревская	69
11.6. Станция Беллинсгаузен	71
11.7. Станция Ленинградская	74
11.8. Станция Русская.....	77
12. Научно-оперативное обеспечение морских операций	83
Заключение	86
Список литературы	90
Приложение 1. Список и тактико-технические данные судов, принимавших участие в работах КАЭ — САЭ — РАЭ	93
Приложение 2. Хроника зимних плаваний судов САЭ — РАЭ	99
Приложение 3. Среднемесячные и экстремальные положения внешней, северной кромки Антарктического пояса дрейфующих льдов за многолетний период 1975—2005 гг. (градусы и минуты широты на меридианах, кратных 5°).....	103
Приложение 4. Перечень и основные характеристики Антарктических стационарных полюньей	113

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящее пособие задумывалось давно по инициативе Николая Александровича Корнилова (1930—2017), занимавшего долгие годы должность заместителя директора ААНИИ по экспедиционным работам, с целью сохранения для новых поколений российских полярников и моряков накопленного опыта морских операций у побережья Антарктиды. Пособие основывается преимущественно на анализе последнего 25-летнего периода деятельности Российской антарктической экспедиции (РАЭ) и является полезным дополнением к предшествующим обобщениям, которые были выполнены в период деятельности САЭ в 1955—1992 гг. (Дубинин, 1966; Припай, 1977; РД, 1987; Романов, 1976, 1984, 1996б).

В работе представлены наиболее полные данные за многолетний период основных видов отечественных ледовых наблюдений, выполняемых в Антарктике: спутниковых, судовых и прибрежных (станционных). С использованием этих данных приводится характеристика элементов антарктического ледяного покрова (айсбергов, пояса дрейфующих льдов, полыней и припая) на основе концептуального представления об определяющей роли для них океана — термохалинной структуры и циркуляции вод. Районирование Южного океана по условиям плавания (природно-гарантированным срокам) выполнено с учетом внутригодовой изменчивости состояния совокупности вышеперечисленных элементов. Приводятся стратегические маршруты плавания и эффективные приемы ледового судовождения, особенно в наиболее труднодоступной прибрежной области, включая форсирование зоны потенциальной «ледовой реки» и припая. Обсуждаются выбор мест швартовки, их оборудование и практикуемые способы выгрузки. Региональные особенности действующих станций и сезонных баз РАЭ характеризуются приводимыми средними и экстремальными сроками наступления основных ледовых фаз, которые впервые определены за весь период работы станций. Раскрывается содержание ледового режимно-прогностического обеспечения и сопровождения морских операций РАЭ.

В настоящем пособии использованы специально для него составленные материалы Александра Михайловича Козловского (1935—1999), океанолога-ледовика, канд. геогр. наук, который пять раз возглавлял Морские отряды САЭ. Все приводимые в тексте приемы ледового судовождения сформулированы Феликсом Александровичем Песьяковым (1939—2005) —

заслуженным капитаном НЭС «Михаил Сомов». Огромный объем работы по архивации и обработке данных ледовых наблюдений выполнил старший научный сотрудник отдела ледового режима и прогнозов В.Е. Федяков. Описание ледового режима и обобщение данных для настоящего пособия осуществил ведущий специалист логистического центра РАЭ А.И. Коротков.

1. НАВИГАЦИОННЫЕ ОПАСНОСТИ НА ПУТИ В АНТАРКТИДУ

Любое плавание в Антарктике до сих пор сопряжено со множеством природных опасностей.

Штормовое волнение («ревущие сороковые», «неистовые пятидесятые», «пронзительные шестидесятые») является неизбежным атрибутом любого плавания в Южном океане. Писатель В.В. Конецкий (1990, с. 126), ходивший в 24-й САЭ дублером капитана пассажирского т/х «Эстония», подробно живоописал последствия встречи с волной-убийцей ориентировочной высотой 12—15 м. Это произошло на переходе из Мирного в Кейптаун в районе 60° ю.ш., 50° в.д. около полуночи 28 марта 1979 г. На судне были повреждены шлюпбалки, сдвинуты с мест тяжелые спасательные вельботы, выбито стекло-сталинит в окнах трех кают. Аналогичная ситуация возникла 15 мая 1984 г., когда НЭС «Михаил Сомов» на подходе к Кейптауну в районе 36° ю.ш., 16° в.д. попало в шторм с высотой отдельных волн 15—17 м и западным ветром со средней скоростью 34 м/с (порывы до 45 м/с). В памяти участников рейса навсегда остались «приятные» ощущения от возникшего однажды крена судна свыше 50°, когда оно фактически было уложено на правый борт и некоторое время «раздумывало» о продолжении сопротивления шторму.

С обледенением российские экспедиционные суда сталкиваются довольно редко. По давно установившейся практике открытое водное пространство Южного океана пересекается преимущественно по меридиональным маршрутам для быстреего достижения прикромочной зоны пояса дрейфующих льдов. Здесь и осуществляются в основном переходы между станциями в широтном направлении. В качестве одного из немногочисленных примеров можно привести случай слабого, но сплошного обледенения надводной части корпуса и надстройки НЭС «Михаил Сомов» в море Содружества 11—13 апреля 1987 г. при следовании со станции Молодежная на станцию Моусон для эвакуации по просьбе австралийской экспедиции заболевшей зимовщицы. Средняя скорость встречного восточного ветра, сопровождавшегося метелью (видимость менее 1 кбт), достигала 35 м/с (порывы 50 м/с), высота волн 12—14 м. В схожей ситуации и в том же самом районе (65° ю.ш., 55° в.д.) — на границе морей Космонавтов и Содружества — оказалось НЭС «Академик Федоров», когда, выйдя с Молодежной на Мирный, 25—26 марта 2018 г. попало в шторм со скоростью встречного



Рис. 1. Обледенение носовой части судна НЭС «Академик Федоров» на переходе Молодежная — Мирный 25—26 марта 2018 г. (фото В.А. Комаровского).

восточного ветра до 20 м/с. Скорость хода уменьшилась вдвое; при этом из-за сильного забрызгивания происходило обледенение носовой части судна (рис. 1), для прекращения которого движение на восток было продолжено не по чистой воде, а в прикромочной зоне молодого льда.

Несравненно более отягчающим обстоятельством является частое ухудшение визуальной видимости из-за туманов, снегопадов, а также резкого сокращения светлого времени суток в осенне-зимний период. Это крайне осложняет плавание во льдах, затрудняя выбор оптимального пути следования как с ходового мостика, так и с помощью тактической вертолетной разведки, а в условиях повышенной циклоничности и по спутниковым снимкам из-за закрытости облачностью. В подобных условиях единственным эффективным видом оперативной информации для ледового судовождения остается изображение ледяного покрова на экране судового локатора. Благодаря засветке более толстого и, как правило, восторощенного льда, на локаторе отчетливо виден своеобразный муаровый рисунок распространения более тонких и ровных (и, соответственно, темных) молодых льдов, разводьев, каналов и т. п., по которым и осуществляется избирательное движение.

Однако и радиолокационная информация не всегда является надежной и достаточной. Так, 25 декабря 2018 г. НЭС «Академик Федоров» в соответствии с рекомендациями из ААНИИ и данными собственных наблюдений подошел к кромке припая на удалении около 40 км от станции Прогресс в районе $69^{\circ} 01,5' \text{ ю.ш.}$, $76^{\circ} 35,5' \text{ в.д.}$ Однолетний припай здесь и далее по меридиану $76^{\circ} 35' \text{ в.д.}$ вплоть до станции был исключительно ровным, торосистостью 0—1 балл, в отличие от окружающих его участков тороси-

стостью до 3—4 балла. Однако ровный лед неожиданно оказался аномально толстым — толщиной до двух метров — и аномально заснеженным — до одного метра. Пройдя за восемь часов ударами всего около полумили, судно было вынуждено отказаться от его форсирования и приступить к первоочередной доставке части топлива для санно-гусеничного похода (СПП) на Восток самым неэффективным и дорогостоящим способом — с помощью вертолетов.

Постоянную опасность, хотя и ставшую привычной для судоводителей научно-экспедиционных судов ААНИИ, представляют *айсберги*. Опасность особенно возрастает в условиях ограниченной видимости, с учетом того что айсберги иногда могут не отображаться на экране локатора. Однако во всех подобных случаях отечественным судам удавалось избежать столкновения, буквально в последние секунды погасив скорость судна или изменив курс, разминуться с айсбергом «на расстоянии вытянутой руки».

Другое дело, куски айсбергов — коварные «кабанчики», «щенки» (по-норвежски гроулеры), надежно скрытые от локатора между гребнями волн и «маскирующиеся» под обычные льдины в прикомочных зонах. Только надлежащим образом организованная вахтенная служба (вахтенный штурман, опытный матрос-рулевой и передсмотрящий на баке с включенным ледовым прожектором) позволяет свести до минимума опасность такого столкновения, но исключить ее полностью не представляется возможным. Так, 25 января 1994 г. на переходе с Мирного в зал. Прюдс при пересечении к северо-западу от о-ва Дригальского разреженного пояса шириной всего около 20 миль преимущественно однолетнего мелкобитого и тертого дрейфующего льда НЭС «Михаил Сомов», вероятно, в результате столкновения с куском айсберга получило серьезное повреждение корпуса в районе первого трюма, сопровождавшееся водотечностью. В дальнейшем для надежной заделки пробоины экипаж вынужден был проявить чудеса выдумки и находчивости, произведя уникальное «докование» в штатном месте выгрузки на сезонной базе Дружная-4 в бухте Саннефьорд. Судно выползло носом на полого опускающийся в воду по типу слипа край шельфового ледника высотой всего один-два метра. При этом нельзя забывать о серьезной опасности, которой подвергаются береговая грузовая бригада и палубная команда при выгрузке судна на ледниковый барьер. Общеизвестен трагический случай на Мирном во 2-й САЭ 3 февраля 1957 г., когда в результате внезапного обвала барьера вблизи сопки Ветров с высоты около 15 м вместе с грузом в воду упало девять участников экспедиции с д/э «Лена». Двое из них погибли, а двое получили тяжелые ранения.

Наконец, судовождение в прибрежной зоне Антарктики осложняет ее *недостаточная гидрографическая освещенность*. Даже в районах регулярного многолетнего плавания не исключены неожиданные и малоприятные «открытия». Так, в первом антарктическом рейсе в 33-й САЭ НЭС «Академик Федоров» 7 декабря 1987 г. на расстоянии 32 мили от Молодежной,

двигаясь ударами в припае, наткнулось на островершинную подводную скалу. Это произошло в районе так называемой банки Керби (67° 08' ю.ш., 46° 05' в.д.), которая теперь именуется банкой Федорова. В прежние годы эта банка с наименьшей картированной глубиной 74 м почти всегда была занята айсбергами. Промеры вокруг застрявшего судна показали глубину в районе бака 5,7 м при осадке носом 8 м, в районе миделя 32 м, а за кормой 121 м. Сняться со скалы удалось только спустя двое суток.

Судно ОАО ММП д/э «Иван Папанин» 5 февраля 2018 г. при отходе кормой вперед от индийской станции Бхарати в оазисе Холмы Ларсеманн, пытаясь развернуться в припае в горле шхерной бухты Куилти, получил многочисленные пробойны корпуса и сильную водотечность, ликвидация которой потребовала проведения специальных водолазных работ. Кроме того, «плывут» навигационные створные знаки, установленные на ледниковом покрове, и постоянно изменяется береговая черта. Так, на Молодежной и в Мирном отступление покровного оледенения, хотя и исчисляемое всего несколькими десятками метров, сделало невозможным начиная с 1990-х годов швартовку к барьеру из-за появления подводных опасностей, а местами и вовсе обнажившихся камней.

Тем не менее все вышеперечисленные опасности в основном удается успешно преодолевать. Единственное исключение представляют собой случаи вынужденного ледового дрейфа (табл. 1), причем иногда его не могут избежать даже современные суда.

Таблица 1

Случаи вынужденного ледового дрейфа и плена (в скобках) судов РАЭ

Судно	Район	Период
Д/э «Обь»	Море Сомова, Балленский массив, ст. Ленинградская	23.04 — 22.07.1973
Д/э «Михаил Сомов»	Море Сомова, Балленский массив, ст. Ленинградская	02.02 — 26.03.1977
Д/э «Михаил Сомов»	Район Русской, Тихоокеанский массив	15.03 — 26.07.1985
Д/э «Михаил Сомов»	Море Космонавтов, залив Алашеева, ст. Молодежная	06.07 — 16.08.1991 (16.08 — 21.12.1991)
Т/х «Магдалена Олдендорфф» («Нижнеянкс»)	Море Лазарева и залив Мускегбукта, ст. САНАЭ	30.05 — 10.06.2002 (13.06 — 06.12.2002)

Причина случаев длительного дрейфа (начиная с бельгийской экспедиции Жерлаша на китобойце «Бельжика» в море Беллинсгаузена в 1898—1899 гг.) заключается в повсеместно распространенном в прибрежной зоне Антарктики явлении «ледовой реки», которому посвящен раздел 9.

2. ЮЖНЫЙ ОКЕАН И ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЕГО ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Южный океан включает в себя южные части Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Северная его граница проходит примерно по параллели 40° через южные оконечности Южной Америки, Африки, Австралии и Новой Зеландии. Он сплошным кольцом вод площадью 77 млн км² окружает ледниковый континент Антарктиду, площадь которой составляет 14 млн км². Главной структурой Южного океана является многоструйное круговое Антарктическое циркумполярное течение (Течение западных ветров, Великий восточный дрейф). Это самый мощный поток в Мировом океане (Саруханян, 1980), опоясывающий весь земной шар и перегоняющий с запада на восток непрерывно на протяжении тысячелетий гигантский объем воды — от 100 до 200 Св (1 свердруп равен 1 млн м³/с).

Стрежень течения располагается в основном над вершинами подводных хребтов, которые оконтуривают с севера океанические котловины, окружающие Антарктиду: Беллинсгаузена, Африканско-Антарктическую и Австрало-Антарктическую. В стрежне Антарктического циркумполярного течения (АЦТ), встречаются две сугубо различные поверхностные водные массы: теплая субантарктическая с севера и холодная антарктическая с юга, разделяемые Антарктическим полярным фронтом (АПФ), который прежде назывался Антарктической конвергенцией (АК). Фронт располагается в атлантическом секторе (60° з.д. — 0° — 20° в.д.) примерно на 50° ю.ш., в индоокеанском (20° — 150° в.д.) на 55° ю.ш., и в тихоокеанском секторе (150° в.д. — 180° — 60° з.д.) на 60° ю.ш. (Буйницкий, 1973). Протяженность АПФ составляет около 27 тыс. км; средняя ширина АПФ не превышает 80 км, и на этом расстоянии происходит скачкообразное изменение температуры поверхностного слоя моря на 4—5 °С. Пересечение АПФ, как правило, сопровождается резким изменением погодных условий. В теплый период года для этого района характерны промозглые туманы, в холодный — снежные заряды.

Над акваторией Южного океана беспрепятственно проносятся многочисленные циклоны, формирующиеся севернее АПФ в широтной зоне 40° — 50° ю.ш. Циклоны стремительно перемещаются преимущественно по меридиональным траекториям с северо-запада на юго-восток, перенося теплый и влажный воздух из умеренных широт вплоть до внутренних районов Антарктиды. С этим связано большое количество выпадающего в Антарктике снега. В океанической области севернее 65° ю.ш. господствуют сильные западные ветры, в отсутствие льда вызывающие штормовое ветровое вол-

нение и разгоняющие высокую, длинную зыбь. Это легендарные «ревущие сороковые» и «неистовые пятидесятые». В окраинных антарктических морях («пронзительные шестидесятые») южнее параллели 65° преобладают восточные ветры. В тихоокеанском секторе границей подобного ветрораздела является примерно параллель 70° .

На континенте вымороженный, холодный и сухой воздух с центрального ледникового плато стекает по склону, ускоряясь на побережье в среднем до 20 м/с. Стоковые (катабатические) ветры классического, юго-восточного направления при выходе к побережью глубоких полярнофронтовых циклонов усиливаются до 40—50 м/с, местами до 60—80 м/с (м. Денисон в море Дюрвиля, зал. Терра-Нова в море Росса, м. Беркс в районе ст. Русская и др.), и подворачивают к востоку. Циклоническая деятельность летом и зимой в целом несколько ослабевает, но интенсивность ее резко возрастает в переходные сезоны года — весной (октябрь — ноябрь) и осенью (март — апрель). Стоковые ветры на побережье в холодный период года наблюдаются практически ежедневно и круглосуточно, а летом в большинстве районов отмечаются только в ночные часы.

Антарктический полярный фронт является реальной физико-географической границей Южной полярной области. Площадь Антарктики составляет 50 млн км², т. е. вдвое превосходит площадь Арктики (27 млн км² с зоной тундры). Антарктика представляет собой полную противоположность Арктики. Вместо стесненного суши внутреннего бассейна Северного Ледовитого океана (СЛО) площадью 15 млн км² в Антарктике в центре находится примерно аналогичных размеров ледниковый материк — самый высокий на Земле (среднем около двух километров!). Он со всех сторон окружен огромным, глубоким и очень теплым Южным океаном. Площадь антарктической зоны (Анзоны) Южного океана, заключенной между АПФ и побережьем Антарктиды, составляет примерно половину площади всего океана — 36 млн км². Большую часть четырехкилометровой толщи Анзоны составляют теплые циркумполярные глубинные воды (ЦГВ) с положительной температурой до $2,5^\circ\text{C}$. Они распространяются южными ответвлениями АЦТ вплоть до бровки шельфа (изобаты 300—500 м), а местами даже проникают на него преимущественно по внутришельфовым глубоководным (около одного километра) желобам, которые уходят далеко под ледниковый покров, являясь, как правило, руслами для выводных ледников.

Глубинное океаническое тепло в Анзоне намного доступнее, чем тепло атлантических вод в СЛО. Это связано с неустойчивостью, размытостью слоя скачка плотности (пикноклина) между ЦГВ и антарктическими поверхностными водами (АПВ) в силу их слабого распреснения в отсутствие в Антарктике речного стока. В результате ослабленного экранирующего эффекта пикноклина отопляющее воздействие Южного океана по меньшей мере втрое превосходит аналогичный поток тепла в СЛО (Романов, 1990). Поэтому морской лед в Антарктике изначально тоньше, чем в Арктике.

Кроме того, он отличается скачкообразно асимметричным характером развития, поскольку тепло океана сдерживает поначалу осенне-зимнее ледообразование, а в весенне-летний период, напротив, убыстряет процесс таяния. В итоге ледообразование в Анзоне растягивается в среднем на семь месяцев — с марта по сентябрь — с распространением ледяного покрова на площади в среднем 18,6 млн км², а разрушение происходит стремительно — всего за пять месяцев, приводя к сокращению ледовитости к февралю в шесть (!) раз — до 3,1 млн км². Площадь льда в СЛО от зимы к лету (с марта по сентябрь) сокращалась прежде в среднем только вдвое.

Развитие ледяного покрова Южного океана ограничено Анзоной, исключительно в пределах которой происходят дрейф и разрушение подавляющего числа айсбергов, продуцирование антарктическими поверхностными водами морского льда в холодный период года и его вытаявание летом. Поэтому северные границы максимального распространения айсбергов и морского льда в общем виде представляют собой концентрические окружности (Атлас, 2005), заключенные внутри АПФ (АК). Отличительная особенность антарктического ледяного покрова заключается в том, что он является зримым поверхностным отпечатком постилающих его вод — их циркуляции и температурно-соленостных характеристик.

Анзона очень хорошо структурирована в циркуляционном отношении и представляет собой систему относительно самостоятельных циклонических круговоротов (Антипов, Клепиков, 2003), объединенных на севере АЦТ, а на юге противоположно направленным на запад Прибрежным антарктическим течением (ПАТ). Теперь его в основном называют Антарктическим склоновым течением (АСТ) — оно обеспечивает постоянный квазициркумполярный перенос льда вдоль всего антарктического побережья с востока на запад. Стрежень АСТ расположен над верхней частью материкового склона вблизи бровки шельфа. Вторая, более слабая его струя располагается севернее, над подножием склона. Это одно из наиболее ярких проявлений присущего Южному океану жесткого топографического контроля за постоянными течениями. Поскольку под их определяющим воздействием происходит дрейф антарктического льда, в его распределении, наряду с характеристиками подстилающих вод, отражается и подводная орografía.

Самыми крупными являются круговороты Уэдделла и Росса, охватывающие огромные акватории Анзоны: 58—74° ю.ш., 55° з.д. — 0° — 55° в.д. и 60—80° ю.ш., 150° в.д. — 180° — 105° з.д. соответственно. Восточные звенья круговоротов, которые представляют собой образовавшиеся под влиянием рельефа ответвления от южной периферии АЦТ, как правило, маркируются большим числом сильно разрушенных мелких айсбергов. С отепляющим влиянием поступающих в этих звеньях ЦГВ связано появление излучин кромки дрейфующих льдов и припая («заливов во льду»), обширных разрежений или даже полыней внутри ледового пояса (полыней «открытого моря»). Западные ветви круговоротов являются магистральными путями выноса из прибрежной зоны на север, в океанические области, ос-

новой массы айсбергов и тяжелого льда, толстого и высоко заснеженного, в том числе старого.

Главной негативной особенностью антарктического ледяного покрова для судоходства является его липко-гибкость. Она с лихвой «компенсирует» пониженную в сравнении с Арктикой толщину, приводя к многочисленным зависаниям и застреваниям (клинениям) судна, особенно если рабочая часть его корпуса не покрыта леодооталкивающей краской (например, «Инерта-160»). Это обусловлено, во-первых, участием в формировании льда в Южном океане большого количества снега, который выпадает как на открытую воду, так и, собственно, на лед. Крайне отрицательно напрямую сказывается на ледопроходимости снежура — снег, только что выпавший на воду, температура которой понизилась до точки замерзания. Снег в такой воде не тает, а накапливается в виде вязкой массы. Толщина слоя снежуры после прохождения в течение двух-трех суток глубокого циклона может достигать 1,5 м. Суда типа «Амгуэма» (НЭС «Михаил Сомов») в такой снежуре двигаться практически не могут, поскольку она не скользит вдоль борта, а прилипает к нему. Кроме того, крайне негативно на продвижении судна в сплошном льду сказывается наличие на нем снежного покрова, высота которого нередко достигает 50—100 см. Такой слой снега по своему противодействию движению судна из-за эффекта облипания фактически тождествен льду соответствующей толщины. Во-вторых, повышенная липко-гибкость морского льда в Антарктике связана с его многослойностью, которая обусловлена большим разнообразием типов леодообразования.

Первоначальный слой ледяного покрова формируется в основном из смеси воды и снежуры на обширных пространствах АПВ, охладившихся до температуры замерзания, которая с учетом их средней солености (около 34,3 ‰) составляет $-1,8^{\circ}\text{C}$. Образующийся водно-снежный лед отличается в переходные сезоны года повышенной увлажненностью и вязкостью. Наиболее распространенной его формой осенью является блинчатый лед. Это льдины удивительно правильной округлой формы диаметром от 0,3 до 3,0 м, которые сбиваются легким ветром и волнением из снежуры и шуги. На первый взгляд они представляют собой безобидные образования толщиной всего 10—15 см. Однако блинчатый лед имеет свойство многократно наслаиваться — до одного метра (!), особенно в прибрежной зоне, в стесненных условиях заприпайных полыней. Скоротечно смерзаясь и покрываясь снегом, он становится серьезной преградой. Так, НЭС «Академик Федоров» потратил двое суток на то, чтобы пробить всего 20 миль такого льда для достижения сохранявшейся на востоке заприпайной полыни после завершения сезонных работ на базе Дружная-4 7 июля 1997 г. и выхода из припая бух. Саннефьорд в точке $69^{\circ} 23' \text{ ю.ш.}, 74^{\circ} 37' \text{ в.д.}$

Слой водно-снежного льда прирастает в дальнейшем как снизу за счет классического конжеляционного льда, т. е. образующегося собственно из морской воды, так и сверху из-за образования инфильтрационного снежноводного льда. Это широко распространенное в Анзоне явление, связанное



Рис. 2. Внутриводный лед под припаем бух. Брейдвика в море Рисер-Ларсена — начало прокладки канала НЭС «Академик Федоров» 8 декабря 2017 г. (фото В.А. Комаровского).

с проседанием льда под тяжестью большого количества снега, инфильтрацией морской воды через пористый слой водно-снежного льда, смачивания ею нижнего слоя снега и последующего его примерзания к нижележащему слою льда.

Наряду с вышеперечисленными типами поверхностного ледообразования в прибрежной зоне Антарктике почти повсеместно развито образование льда внутри водной толщи (Трешников, 1963б). Внутриводный лед представляет собой кристаллы самых разнообразных форм и размеров — от мелких крупинки и зернышек до тонких (1—2 мм) кристаллов в виде дисков и пластин диаметром 5—15 см. Эти кристаллы неизбежно всплывают, образуя подчас многометровые скопления («ледяные подушки») на поверхности или подо льдом (рис. 2). Скопления, состоящие из мелких кристаллов, напоминают снежур; из пластин образуется шугообразная масса.

Мгновенно облепляя корпус, скопления внутриводного льда, особенно в сочетании со снежурой, образуют «усы» до 20 м с обоих бортов, что приводит к остановке судна. Зимой часть внутриводного льда скрепляется конжеляционным ледообразованием с нижней поверхностью припая, приводя к его неестественно большому нарастанию. Основной причиной внутриводного ледообразования является длительное переохлаждение верхнего, 20—60-метрового слоя окраинных антарктических морей в холодный период года в районах многочисленных стационарных полыней (Коротков, 1990а). Таким образом, наличие полыни поблизости от места работы судна в холодный период года служит указанием на возможную встречу с внутриводным льдом и его негативными последствиями. Особенно интенсивное

внутриводное ледообразование отмечается в районах поступления из-под ледников пресных вод (Черепанов, Федотов, 2007): в области подледникового таяния (рейд Мирного, бухта Саннефьорд в вершине залива Прюдс и др.) либо эпишельфовых озер (залив Ленинградский и бухта Белая в районе станции Новолазаревская) (Сергеев, 1977).

Основными элементами антарктического ледяного покрова являются: айсберги, пояс дрейфующих льдов, полыньи и припай.

3. АЙСБЕРГИ

Непременным субъектом антарктических вод являются айсберги — возвышающиеся более чем на пять метров над водной поверхностью и морским льдом глыбы глетчерного льда. Эти посланцы Антарктиды, отколовшиеся от ее ледникового побережья, первыми встречают судно на пути на юг и последними провожают по завершении антарктического плавания. Айсберги по своему происхождению, согласно классификации В.Х. Буйницкого (1973), делятся на три основных типа: айсберги шельфовых ледников, которые составляют 41 % антарктического побережья, айсберги покровного (материкового) оледенения (37 %) и айсберги выводных ледников (13 %). Все типы айсбергов в начальный период после своего образования («отёла») отчетливо различаются по форме вершины. Айсберги шельфовых ледников имеют столообразную форму с идеально ровной горизонтальной поверхностью и почти строго вертикальными и относительно ровными боковыми гранями. Форма айсбергов покровного оледенения также весьма близка к столообразной, но, как правило, вершина их никогда не бывает идеально ровной и имеет характерный наклон в виде односкатной крыши. Айсберги выводных ледников обладают куполообразной формой, их поверхность испещрена сеткой трещин, изобилует неровностями. В процессе последующего разрушения возникают айсберги самой причудливой формы, включая пирамидальные айсберги, которые являются самыми высокими.

Согласно последним оценкам (Романов, 1996а; Коротков и др., 2014б), в Южном океане в течение года постоянно присутствует примерно 95—100 тыс. айсбергов (рис. 3). Они сосредоточены преимущественно в Анзоне на площади 33—35 млн км², будучи ограничены в распространении на север АК (АПФ) невидимой, но от этого не менее жесткой границей. В среднем эта граница располагается в атлантическом секторе на широте 50°, в индоокеанском — на широте 55° и в тихоокеанском — на широте 60°.

Зона АК считается в целом непреодолимым препятствием для айсбергов (Максимов, 1961). Однако единичные айсберги, безусловно, могут пересекать ее при редком благоприятном стечении обстоятельств, например при попадании айсберга в мезовихрь стрежня АЦТ и/или в южный ветровой поток, связанный с прохождением глубокого циклона. Граница максимального распространения на север таких «случайных» айсбергов с предположительной вероятностью один раз в 50—100 лет (Атлас, 1966. с. 124) построена за весь обозримый 250-летний исторический период, начиная с плаваний Джеймса Кука в 1770-х годах. Данная историческая граница

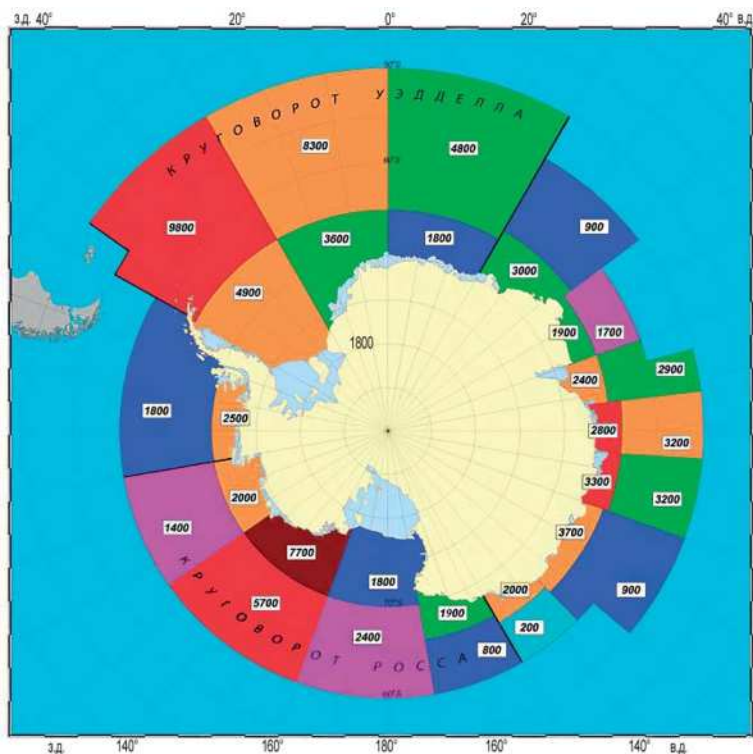


Рис. 3. Среднегодовое число айсбергов в отдельных районах Антарктики за период 1956—2005 гг.

в среднем достигает в атлантическом и индоокеанском секторах 38° ю.ш., в тихоокеанском — 47° ю.ш. (Буйницкий, 1973) При этом не принимается в расчет беспрецедентный случай обнаружения небольшого куска айсберга вблизи южного тропика в Атлантике в точке с координатами $26^\circ 30'$ ю.ш., $25^\circ 40'$ з.д. 30 апреля 1894 г. Считается, что тогда за айсберг был ошибочно принят лед, извлеченный из трюма промыслового судна.

В современный период, со второй половины XX столетия, антарктические айсберги располагаются много южнее исторической границы — в среднем на $10\text{--}15^\circ$ широты — и сосредоточены преимущественно в пределах Анзоны, очерченной АК (табл. 2). Самая северная точка, где за период работы САЭ — РАЭ судном «Академик Федоров» 24 ноября 1987 г. был зафиксирован айсберг, имела координаты $39^\circ 46'$ ю.ш., $49^\circ 36'$ з.д. Это был айсберг размером 815×142 м, отколовшийся предположительно от материкового ледника. Также следует отметить случай пересечения АФ 3 апреля 2013 г. на параллели 45° между 4 и 5° в.д. пятна примерно из 140 айсбергов, их обломков и кусков, среди которых преобладали разрушающиеся и столообразные айсберги длиной около 400 м; длина самых крупных из них достигала одного километра.

Таблица 2

**Положение северной границы (широта φ) на меридианах (долгота λ),
кратных двум градусам, области максимального распространения айсбергов
в современный период по данным наблюдений судов САЗ — РАЭ
за 1957—2006 гг.**

λ	φ°	λ	φ°	λ	φ°	λ	φ°
В.Д.	Ю.Ш.	В.Д.	Ю.Ш.	З.Д.	Ю.Ш.	З.Д.	Ю.Ш.
0°	50°56'	90°	53°54'	180°	63°21'	90°	66°55'
2°	49°24'	92°	53°45'	178°	59°58'	88°	66°32'
4°	54°13'	94°	58°02'	176°	66°10'	86°	62°57'
6°	47°49'	96°	55°02'	174°	61°57'	84°	63°09'
8°	52°11'	98°	56°49'	172°	59°30'	82°	63°16'
10°	53°00'	100°	56°00'	170°	59°48'	80°	63°20'
12°	50°06'	102°	58°26'	168°	59°52'	78°	63°20'
14°	45°31'	104°	57°37'	166°	60°34'	76°	63°20'
16°	45°52'	106°	56°53'	164°	61°18'	74°	63°18'
18°	50°25'	108°	55°36'	162°	61°14'	72°	63°08'
20°	48°37'	110°	55°07'	160°	62°48'	70°	63°04'
22°	47°47'	112°	54°05'	158°	62°56'	68°	62°34'
24°	46°56'	114°	54°00'	156°	57°29'	66°	62°29'
26°	47°54'	116°	52°58'	154°	56°30'	64°	60°55'
28°	48°52'	118°	51°13'	152°	60°53'	62°	60°48'
30°	49°49'	120°	57°47'	150°	58°36'	60°	60°59'
32°	50°29'	122°	57°30'	148°	55°18'	58°	58°18'
34°	51°09'	124°	61°51'	146°	57°09'	56°	58°31'
36°	51°56'	126°	59°08'	144°	64°32'	54°	55°18'
38°	49°01'	128°	62°45'	142°	55°34'	52°	54°29'
40°	50°00'	130°	62°44'	140°	57°58'	50°	46°37'
42°	53°23'	132°	58°46'	138°	57°59'	48°	47°39'
44°	52°32'	134°	62°10'	136°	57°57'	46°	52°32'
46°	52°43'	136°	60°55'	134°	58°57'	44°	52°13'
48°	53°50'	138°	54°41'	132°	56°24'	42°	49°49'
50°	56°21'	140°	62°34'	130°	60°43'	40°	48°18'
52°	55°32'	142°	62°40'	128°	61°03'	38°	48°24'
54°	56°02'	144°	63°20'	126°	55°53'	36°	48°25'
56°	57°30'	146°	62°26'	124°	56°26'	34°	48°39'
58°	57°18'	148°	62°13'	122°	57°07'	32°	49°17'
60°	57°59'	150°	59°37'	120°	57°56'	30°	50°08'
62°	59°04'	152°	56°59'	118°	63°18'	28°	50°45'
64°	59°06'	154°	59°53'	116°	63°48'	26°	51°36'
66°	60°10'	156°	62°45'	114°	63°58'	24°	52°09'
68°	60°15'	158°	61°06'	112°	64°19'	22°	52°47'
70°	60°15'	160°	60°58'	110°	64°31'	20°	51°56'
72°	61°34'	162°	60°21'	108°	62°13'	18°	53°55'
74°	58°48'	164°	61°47'	106°	62°47'	16°	47°23'
76°	59°05'	166°	63°52'	104°	63°12'	14°	51°55'
78°	58°47'	168°	61°40'	102°	67°32'	12°	54°30'
80°	57°48'	170°	60°13'	100°	67°16'	10°	55°11'
82°	55°47'	172°	62°35'	98°	67°15'	8°	52°54'
84°	56°32'	174°	61°08'	96°	67°13'	6°	52°17'
86°	56°58'	176°	60°22'	94°	67°41'	4°	51°33'
88°	55°22'	178°	66°00'	92°	67°23'	2°	49°08'

Начиная с 1957 г. и до наших дней наблюдения за айсбергами выполняются по методике, основные приемы которой были разработаны Морским отрядом 2-й САЭ на д/з «Лена» (Гордиенко и др., 1960). Они включают круглосуточную оценку с помощью судовой РЛС числа айсбергов в радиусе 15 миль каждые 20 миль пути, пройденного в айсберговых водах. На практике это соответствует преимущественно двухчасовой дискретности наблюдений и обеспечивает оптимальное покрытие ими «коридора» следования судна шириной 30 миль. Кроме того, в дневное время проводятся измерения размеров (длины и высоты) визуально наблюдаемых айсбергов с использованием локатора и секстанта. Одновременно регистрируется их форма по трем основным генетическим типам: столообразные (столовые) айсберги шельфовых ледников, куполообразные айсберги выводных ледников, наклонные айсберги покровного (материкового) оледенения. Дополнительно отмечается, что айсберг разрушающийся (старый). Объекты глетчерного льда высотой менее 5 м именуются «обломками» айсбергов, а высотой менее 1 м — их «кусками».

Особое внимание уделяется фиксированию координат встречи первого и последнего айсбергов на меридиональных трассах плавания судов в Антарктику. С учетом отмеченной выше согласованности основных ледовых границ судоводители резонно полагают, что чем севернее, ближе к границе своего максимального распространения (см. табл. 2) встречаются айсберги, тем севернее будет расположена и кромка дрейфующих льдов. Другими словами, это признак возможного холодного антарктического лета с сопутствующей ему повышенной ледовитостью.

На основании данных свыше 40 тысяч радиолокационных определений числа айсбергов по маршрутам следования отечественных экспедиционных судов в Южном океане построена детализированная схема их распределения (рис. 4). Она воспроизводит реальное, «ленточное» распределение айсбергов, подмеченное еще В.И. Шильниковым (Гордиенко и др., 1960). Это обусловлено струйным характером поля местных течений, в стрежнях которых концентрируется основная масса айсбергов. Схема представляет мозаику зон различной сплоченности (числа) айсбергов.

Сплоченность оценивается в баллах, согласно шкале В.И. Шильникова (1959), в зависимости от числа наблюдаемых айсбергов и лишь при невозможности их подсчета в зависимости от расстояния между айсбергами. Например, при нахождении судна в изображенной на схеме зоне (см. рис. 4) сплоченностью 2 балла на 16-мильной шкале судового локатора в радиусе 15 миль в большинстве случаев должно обнаруживаться от двух до семи айсбергов.

По данным свыше трех тысяч инструментальных измерений размеров айсбергов за 1956—2005 гг. длина и высота антарктического айсберга составляют в среднем 469 и 49 м соответственно. В абсолютном большинстве прибрежных районов, естественно, преобладают шельфовые, столовые айсберги. В среднем самые длинные айсберги (1193 × 46 м) наблюдались

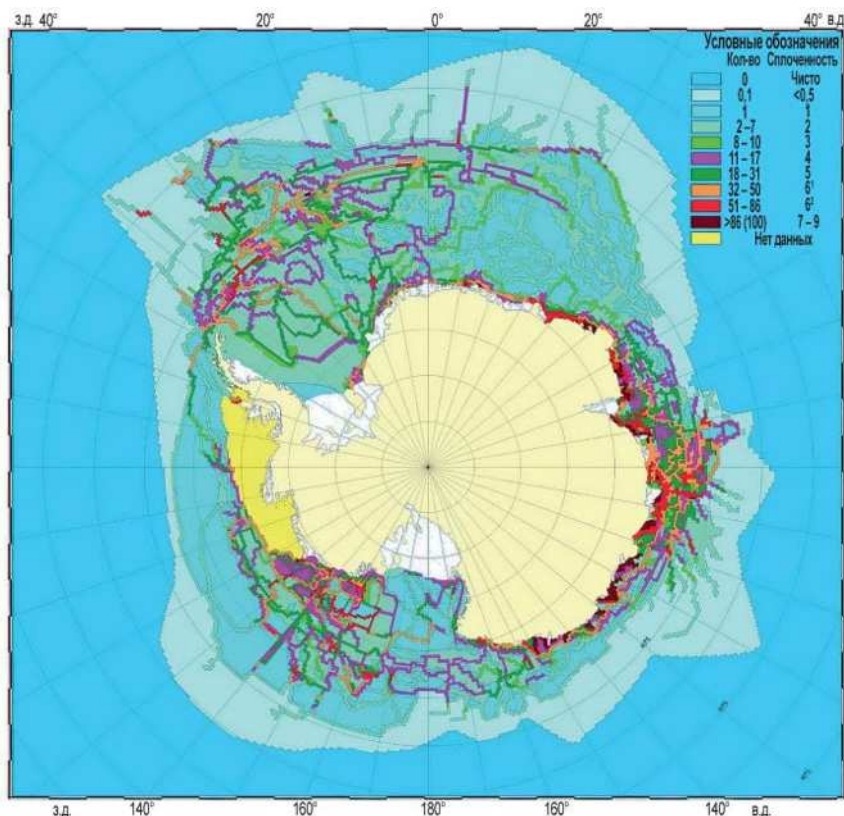


Рис. 4. Детализированная схема среднего многолетнего распределения айсбергов в Южном океане по данным наблюдений судов САЭ — РАЭ за полувековой период (1956—2005 гг.).

южнее параллели 70° в море Амундсена и районе Русской. Самыми короткими (171 × 45 м) являются 900 айсбергов в океанической области моря Космонавтов, среди которых отмечается рекордное число разрушающихся айсбергов — до 85 %. Наиболее низкие айсберги (239 × 39 м), до 60 % которых являются разрушенными, регистрировались напротив моря Росса. Самые высокие айсберги (465 × 72 м) отмечались к северу от параллели 65° в долготном секторе 110—170° в.д. Непревзойденным до сих пор является айсберг, зарегистрированный с борта д/э «Обь» в заливе Трёшникове неподалеку от Мирного 18 января 1959 г., — его размеры составили 485 × 201 м (Буйницкий, 1962, с. 136). Впрочем, известны упоминания о фантастически высоких айсбергах, встречавшихся в районе Фолклендских островов: 518 м (1884 г.) и 450 м (1904 г.).

Айсберги достаточно равномерно распределены по трем основным секторам: примерно по 30—35 тысяч в каждом. В большинстве прибреж-

ных районов генерального западного дрейфа число айсбергов больше, чем в океанической области их адвекции на восток. Исключение представляют круговорот Уэдделла, область подводного хребта Кергелен и море Росса, соответствующие трем основным областям выноса айсбергов от берегов Антарктиды (Шильников, 1969; Ескин, 1971; Романов, 1996а): уэдделломорскому, центрально-индоокеанскому и западно-тихоокеанскому. Местом максимальной концентрации айсбергов (7,7 тыс.) является район Русской, минимальной (1,8 тыс.) — соседний район высокоширотной излучины моря Росса.

По ориентировочным расчетам в Южном океане ежегодно вытаивает около 20 тыс. айсбергов объемом примерно 1 тыс. км³, что компенсируется образованием несколько меньшего числа новых айсбергов (18 тыс.), но большего размера и поэтому тождественного объема. В итоге средняя продолжительность «жизни» антарктических айсбергов составляет, очевидно, четыре-пять лет. В настоящее время самым старым айсбергом в Антарктике является центральная часть отколовшегося в июле 1986 г. суперязыка шельфового ледника Фильхнера (Бессонов и др., 1990) площадью около 5 тыс. км², которая застряла на подводной возвышенности Беркнер в районе 76° ю.ш., 41° з.д. (рис. 5). Айсберг A23а (по номенклатуре Национального ледового центра США) сохранил ориентацию и характерную конфигурацию ледника в виде выступающего на север мыса Конскрипто-Серисола, юго-восточнее которого располагалась сезонная база Дружная-1.

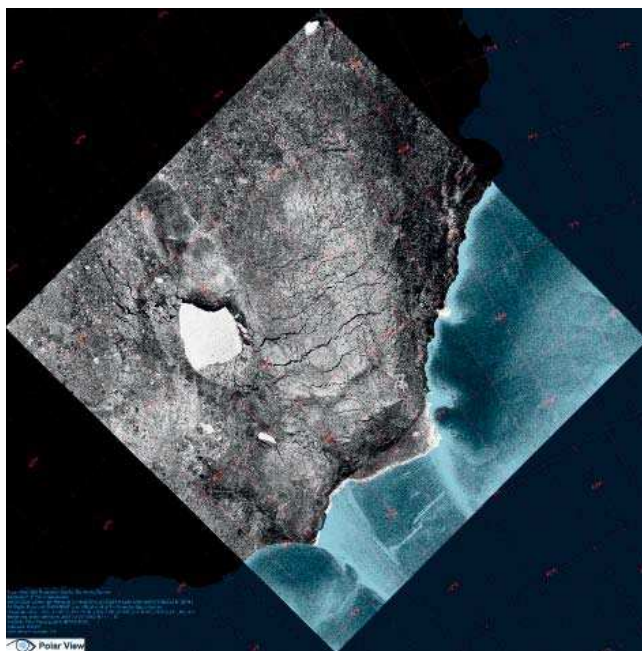


Рис. 5. Самый старый в Антарктике айсберг A23а.
Снимок с ИСЗ Radarsat-2 за 21 марта 2013 г.

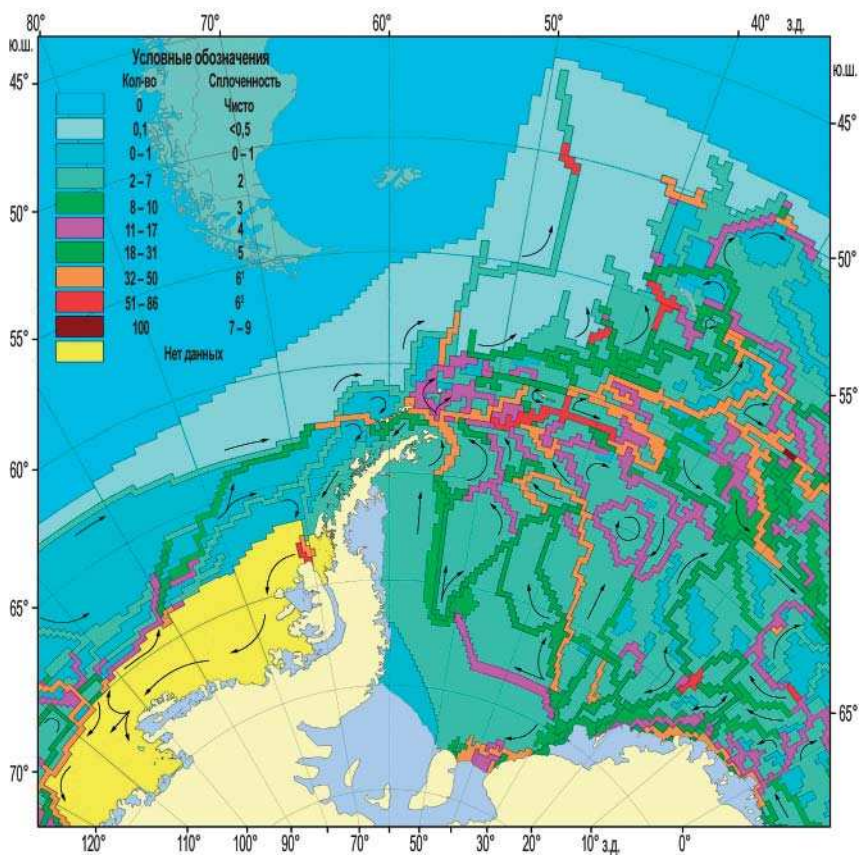


Рис. 6. Пример циркуляционной интерпретации среднего многолетнего распределения айсбергов по сплоченности в районе Антарктического полуострова.

Айсберги являются замечательными циркуляционными трассерами, которые демонстрируют интегральное движение поверхностных вод и льдов. С учетом среднего соотношения надводной и подводной частей антарктических айсбергов одна к семи детализированная схема их распределения отображает характер движения примерно 300-метрового поверхностного слоя. Главная сложность циркуляционной интерпретации распределения айсбергов (рис. 6) заключается в многовариантности поля течений Южного океана из-за значительной сезонной и слабо изученной многолетней изменчивости, в процессе которой возникают, по-видимому, противоположные, взаимоисключающие варианты.

Айсберги не только представляют опасность для мореплавания, но подчас играют и положительную роль. При необходимости можно укрыться с их подветренной стороны от волнения либо преодолеть в динамической «тени» айсберга перемычку тяжелого дрейфующего льда, а также попол-



Рис. 7. Выполнение грузовых операций НЭС «Академик Федоров» через обломок айсберга в районе станции Прогресс 2—4 апреля 2008 г. (фото В.А. Комаровского).

нить запасы пресной воды из озерца на поверхности айсберга. Низкосидающие айсберги или их обломки нередко используются как промежуточные грузовые площадки (рис. 7), особенно осенью, когда отсутствуют припай и крупные прочные льдины.

4. ДРЕЙФУЮЩИЙ ЛЕД

Антарктический пояс дрейфующих льдов достигает максимального распространения в сентябре, когда его площадь составляет в среднем 18,6 млн км². В это время он окружает материк со всех сторон, включая тихоокеанское побережье Антарктического полуострова, которое до последнего сохраняется свободным от льда. Этот 1000-километровый циркумполярный пояс представляет собой конгломерат льдов — от молодых до старых. На большей части его площади преобладает «смесь» молодых (15—30 см) и однолетних тонких (30—70 см) льдов. Как правило, только в относительно узкой прибрежной зоне абсолютно преобладающим является однолетний толстый лед, толщина которого достигает перед началом таяния в ноябре в среднем 150 см, а заснеженность — 30—50 см. Он зачастую сочетается со старым льдом толщиной 200—250 см и заснеженностью 50—100 см, частная сплоченность которого может достигать четырех баллов, но в основном не превышает одного-двух баллов (рис. 8).

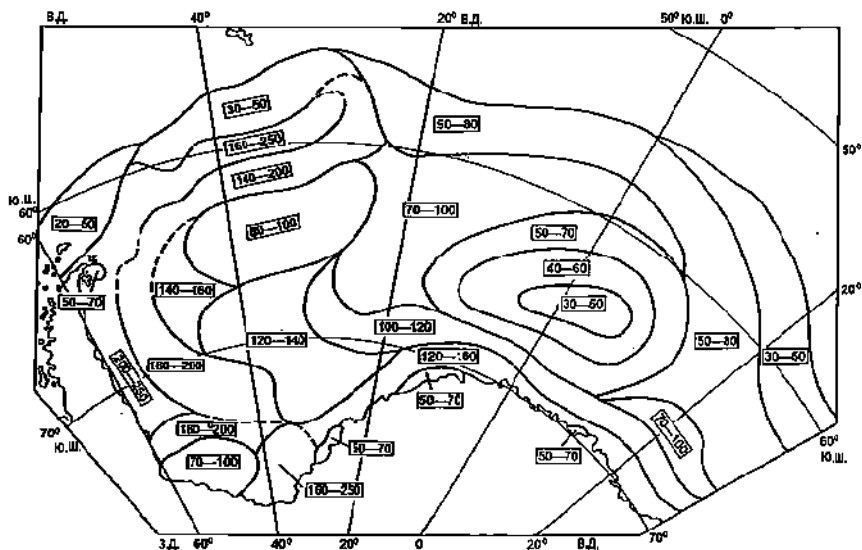


Рис. 8. Реконструкция морфологической структуры ледяного покрова в круговороте Уэдделла: диапазоны толщины преобладающего возрастного вида дрейфующего льда в сентябре — ноябре (Коротков, 1995).

В холодный период года пояс по большей части сложен очень сплоченными дрейфующими льдами (9 и 9—10 баллов). Однако, вследствие того что толщина такого льда меньше, чем в Арктике, он может успешно преодолевается даже в разгар зимы современными экспедиционными судами ледокольного типа (российские «Академик Федоров» и «Академик Трёшников», германский «Полярштерн», американский «Палмер» и др.). В случае грамотного, избирательного движения по нарушениям сплошности фактически на протяжении всего года имеется возможность достигнуть северной периферии прибрежной зоны — подножия материкового склона (изобаты 3000—4000 м). Исключение составляют только зоны «ядер» ледяных массивов (рис. 9).

В приложении 3 для каждого месяца приведены средние и экстремальные значения широтного положения внешней, северной кромки пояса дрейфующих льдов на меридианах, кратных 5°, за многолетний период (1975—2005 гг.) преимущественно по данным отечественных спутниковых обзоров ледовой обстановки по Южному океану.

Кромка может быть размытой (разреженной) либо сплоченной (поджатой), что зависит от направления ветра — прижимного либо отжимного относительно генерального простирания кромки. Прежде чем пересечь кромку и войти в пояс дрейфующего льда, рекомендуется тщательно ознакомиться с его состоянием в пределах видимости, а также по спутниковым данным или результатам авиационной разведки. Капитану при этом следует всегда помнить «золотые» Правила ледового плавания:

- 1) плавание чистой водой всегда короче плавания во льдах;
- 2) суда могут входить в лед только при невозможности обойти его стороной или выждать более благоприятные условия для плавания;
- 3) плавание во льду возможно, если по совокупности имеющейся ледовой информации лед проходим для судна;
- 4) плавание безопасно, если имеющийся прогноз погоды не угрожает серьезным ухудшением ледовых условий.

Вход судна в лед должен осуществляться с соблюдением целого ряда мер предосторожности.

Только через заранее выбранные наиболее проходимые участки кромки. При этом не исключено, что в поисках безопасной «лазейки» судно будет вынуждено пойти на разведку вдоль кромки.

По возможности под прямым углом к направлению кромки в месте входа. Это условие приобретает особо важное значение в случае зыби со стороны чистой воды или при сильном дрейфе льда, т. е. тогда, когда лед кромки находится в состоянии заметного движения. В этом случае, как и при значительном сплочении льда, вход судна в лед под острым углом к кромке сопряжен с риском получения ледовых повреждений.

Предельно малым ходом, предварительно погасив инерцию своего движения. Однако входить в лед с застопоренной машиной не следует, так

как это ухудшает управляемость судна, а также может привести к поломке лопастей винта.

По возможности при прямом положении руля, что особенно важно для судов в балласте или с неполной осадкой. Перекладку руля на большие углы можно допускать только в том случае, когда судно уже полностью вошло в лед, а при наличии зыби — вышло из зоны ее действия. Пренебрегая этой мерой предосторожности, можно повредить руль при резком забрасывании кормы на лед.

Особенно сложен и опасен, а нередко и вообще невозможен вход в наветренную кромку или пересечение полос тяжелого льда при свежем ветре

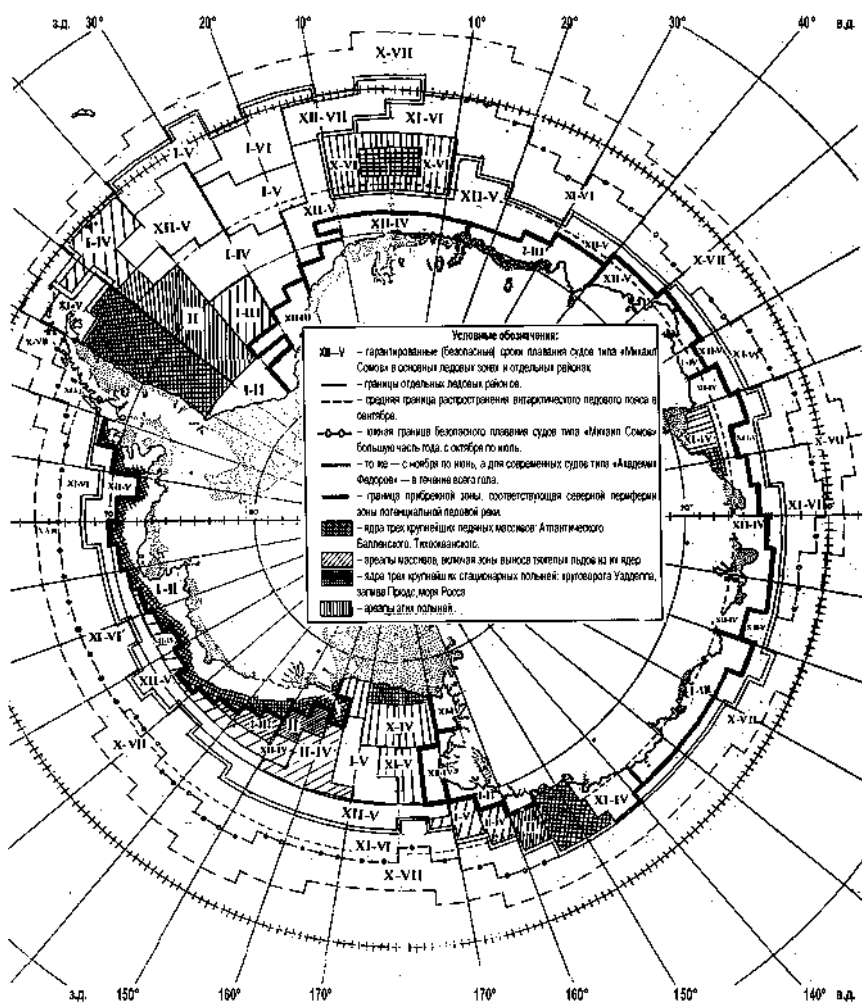


Рис. 9. Схема районирования антарктической области Южного океана по природно-гарантированным, безопасным срокам плавания экспедиционных судов.

и крупной зыби со стороны открытой воды. Наветренная кромка отличается, прежде всего, значительной сплоченностью, а кроме того, крутой «ледяной» зыбью, весьма вероятной при данных условиях погоды и состоянии моря. Лед, расположенный непосредственно у наветренной кромки, состоит из наиболее тяжелых обломков. Удар такого обломка о борт судна на зыби может сделать даже пробоину, а удар под корму — вызвать повреждение винто-рулевой группы. Однако, войдя в эту кромку и следуя на ветер, можно рассчитывать, что по мере продвижения в данном направлении ледовые условия будут все более благоприятными.

Входить в подветренную кромку значительно легче. Растянутая по ветру отдельными языками мелкобитого льда, расплывчатая и не имеющая определенного направления, она не представляет затруднений для входа. В то же время не следует забывать о том, что по мере продвижения в глубь ледового пояса он будет постепенно уплотняться и может оказаться непроходимым. Именно поэтому, как указывалось выше, прежде чем войти в лед, крайне желательно иметь информацию о нем, достаточную для принятия решения.

Следует воздерживаться от пересечения кромки и входа в лед при следующих обстоятельствах:

- при сильном боковом ветре, когда появляется реальная угроза навала судна на лед;

- при заметном движении льда в кромке. Подобное явление редко наблюдается на всем протяжении кромки, поэтому можно обойти такой участок, выбрав место, где лед находится в состоянии относительного покоя;

- при значительном дрейфе льда в сторону близких берегов и отмелей. В этом случае следует дожидаться ослабления движения льда или изменения направления его движения в благоприятную сторону;

- имея неблагоприятный прогноз погоды на ближайшее время. Входя в лед в этом случае, капитан может поставить судно в очень тяжелое положение, вплоть до возможного вынужденного дрейфа. В подобной ситуации останется только одно — переждать неблагоприятный период на чистой воде.

Следует помнить о том, что перед началом работы судна во льдах форпик и носовые балластные танки должны быть заполнены, а хтерпик и кормовые балластные танки — напротив, освобождены частично или даже полностью, но с таким расчетом, чтобы винто-рулевая группа находилась на достаточном заглублении. Верхняя кромка пера руля должна быть ниже предполагаемой толщины льда.

Сплоченность дрейфующего льда в общем случае увеличивается по мере приближения к побережью. В дрейфующем льду сплоченностью восемь-девять баллов можно быстро продвигаться, выбирая мелкие трещины, небольшие разводья, пятна ровного льда, работая машиной вперед-назад, не забывая при этом ставить руль прямо при движении судна назад, и смотреть, чтобы корма не уперлась в толстую льдину или кусок айсберга. Здесь

каких-либо особых рекомендаций дать невозможно — все зависит от опыта и интуиции судоводителя, а также от мощности СЭУ и маневренности судна.

Таким образом, основные правила форсирования зон сплоченного льда с учетом предотвращения от повреждения винто-рулевой группы сводятся к следующему.

1. При движении судна назад — ставь руль прямо.
2. Не перекладывай руль при остановленной машине. Прежде чем переложить руль, дай ход вперед.
3. На поворотах смотри за кормой, чтобы не зацепить крупную льдину или кусок айсберга.
4. Желая развернуться на ограниченном пространстве среди битого льда, можно использовать в качестве «точки опоры» небольшую, но более прочную по сравнению с остальными льдину. Осторожно уперевшись в нее под острым углом скулой судна, следует постепенно увеличивать число оборотов машины, помогая при этом рулем. Данный прием основан на том, что судно на ходу даже при легком и скользящем ударе о лед обычно отбрасывается в противоположную сторону.
5. Если необходимо на длительный срок остановить судно, когда оно идет в сплошном дрейфующем льду (или припае), обязательно после остановки отработай и продвинь судно назад на полкорпуса — корпус.
6. Во время сжатия постоянно работай машиной на переднем ходу.

В Арктике во время сжатия лед вокруг судна торосится вверх, и при сильных продолжительных сжатиях торосы достигают фальшборта и лед даже начинает падать на палубу. В Южной полярной области во время сжатия лед часто, напротив, уходит под корпус. Корпуса судов типа «Амгуэма», к которым относился НЭС «Михаил Сомов», хорошо выдерживали антарктические сжатия. В зонах тяжелых льдов сплоченностью 9—10 баллов необходимо учитывать, что при прохождении приливной волны сжатие льда ослабевает даже при сильных восточных ветрах, которые в антарктической прибрежной зоне являются основными прижимными ветрами, создающими сжатие. Особенно это заметно в период сизигии. Важно только определить момент наступления ослабления сжатия. «На глаз» это можно сделать, наблюдая за торосами на стыках полей. Когда льдины с тороса опадают, наступает отлив — сжатие ослабевает или прекращается совсем. Одновременно увеличиваются полыньи в «тени» айсбергов. Наблюдая за поведением судна, можно заметить изменение его крена, покачивания. В Южном океане, как правило, замечают два послабления за сутки (неправильный полусуточный прилив).

В сплошном сжатом льду очень важно использовать моменты ослабления, даже если за это время судно пройдет всего один корпус. Собственно говоря, вся проводка судна в сжатых льдах состоит из небольших продвижений, важно только уловить момент и использовать любое улучшение ледовой обстановки, чтобы осуществить такое продвижение. Используя указанные

явления, НЭС «Михаил Сомов» успешно отработал по программе «Полынья» в круговороте Уэдделла в октябре 1981 г., углубившись в сплошном 9—10-балльном льду на 300 миль в направлении поднятия Мод, а затем выйдя обратно на север, на кромку. В море Космонавтов в июле — августе 1991 г. во время сизигийных приливов вблизи кромки припая появлялись трещины даже в сморозях толщиной 4—6 метров.

Приливные раздвижки льда наблюдаются и во льдах меньшей сплошности, хотя здесь этот момент не столь важен. Он может пригодиться, если судно попало в сжатие на стыке полей. В связи с этим рекомендуется соблюдать следующие Правила прохода стыков полей.

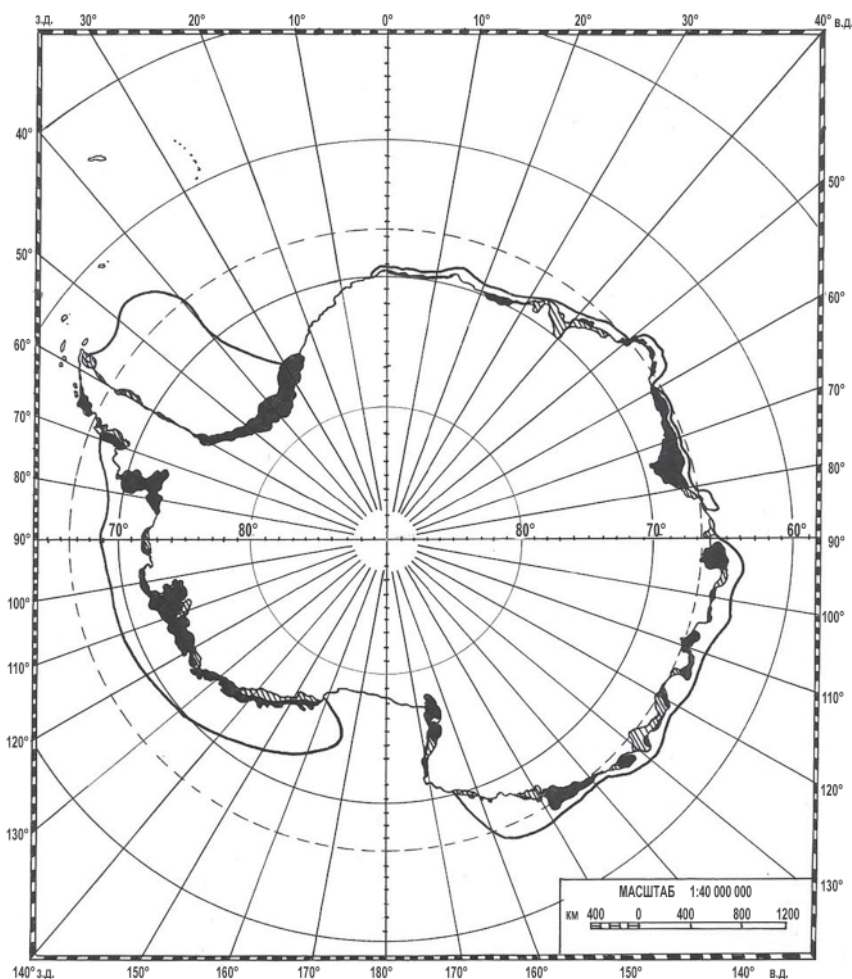


Рис. 10. Средняя многолетняя ледовая обстановка в Южном океане в феврале (1975—1995 гг.)

1. Никогда не заходить в стык полей полным ходом, не определившись со стадией сжатия. Если в торосах на стыке полей льдины ползут вверх, это означает, что сжатие продолжается, и лучше дожидаться его ослабления. Если на торосе льдины стоят спокойно, то сжатие остановилось. И, наконец, если льдины на торосе опадают, это означает, что ледяные поля начинают расходиться и сжатие на стыке уменьшается или прекратилось вовсе.

2. Никогда не направлять судно прямо в стык между полями, а окалывать постепенно поле, расположенное с наветренной стороны стыка (при встречном или попутном ветре роли не играет, какое поле колоть), и когда нерасколотого поля останется меньше корпуса судна, тогда с разгона пройти оставшийся отрезок. Подобным способом можно пройти даже сильно поджатый стык ледовых полей. В то же время, если направить судно прямо в стык полей, оно может заклинить даже в том случае, если стык не поджат или в нем есть трещина.

Несмотря на возникновение сжатий по всей ширине циркумполярного пояса дрейфующих льдов, в наибольшей степени они распространены в прибрежной зоне, которая включает зону материкового склона и шельф. Поэтому с позиций безопасности мореплавания наилучшим временем подхода к побережью Антарктиды, конечно, является конец лета — февраль, когда ледовитость Южного океана сокращается до минимума. Блокирующий побережье пояс дрейфующих льдов истончается до минимума, а во многих местах даже полностью исчезает, разрываясь изнутри стационарными полыньями, которые свободно сообщаются с открытым океаном (рис. 10). Однако необходимый для выгрузки припай к этому времени в большинстве районов либо уже взломан либо непригоден из-за радиационного и термического разрушения.

5. ПОЛЫНИ

В Антарктике насчитывается 122 самостоятельные прибрежные полыньи, 110 из которых являются стационарными (Коротков, 1990б). Классификация их по сезонной ритмике развития включает три основных типа и два подтипа полыней, подразделяющихся в общей сложности на 16 разновидностей (рис. 11).

Термический (Т) и динамический (Д) типы обязаны доминированию (до 85—95 %) в развитии соответствующих комплексов факторов, тогда как смешанный тип характеризуется их равноценным, сбалансированным участием. Следствием этого является асинфазное развитие Т- и Д-полыней с летним максимумом площади у первых и минимумом у вторых, который разделяет два пика развития — весенний и осенний. Смешанные (С) полыньи отличаются более плавным характером претерпеваемых изменений, повышенной устойчивостью и значительной продолжительностью существования. Подтипы термических смешанных (ТС) и динамических сме-

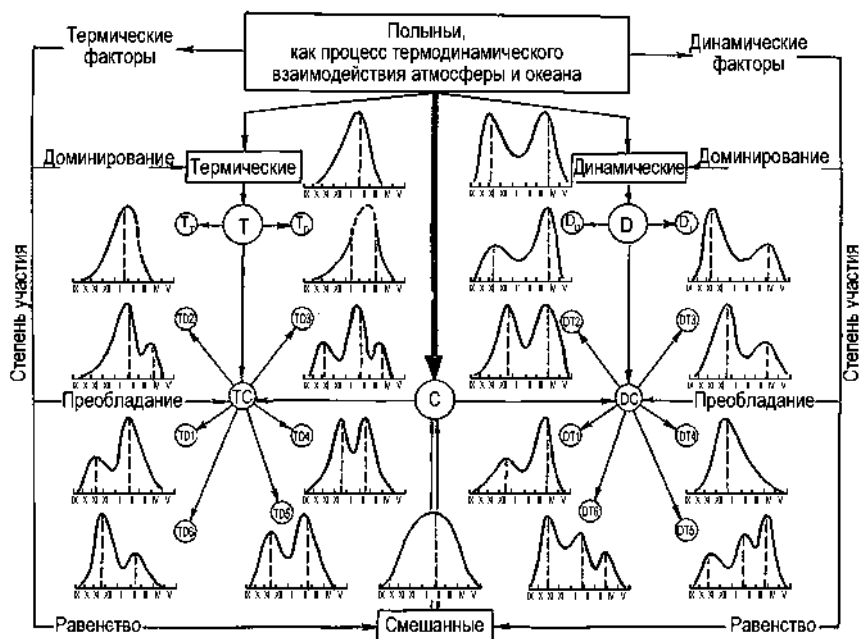


Рис. 11. Классификация антарктических стационарных полыней по сезонной ритмике развития.

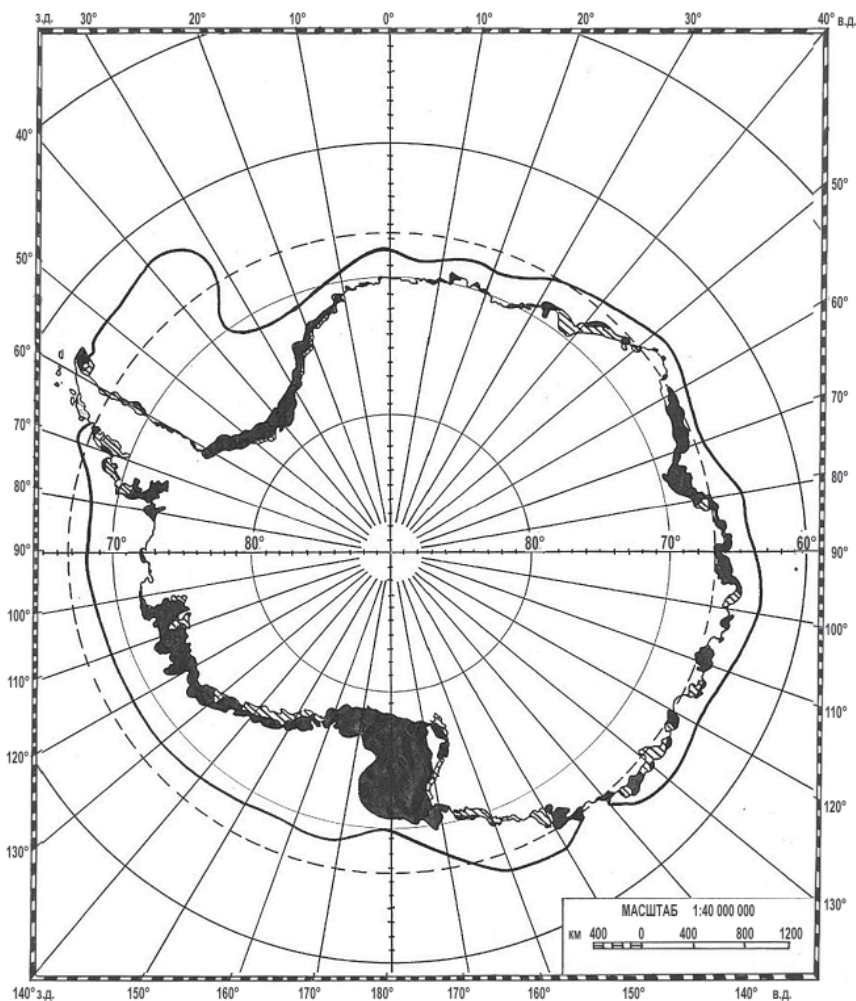


Рис. 12. Среднее многолетнее развитие стационарных полей в Антарктике в январе (1975—1995 гг.).

шанных (ДС) полей включают по 6 вариаций сезонной ритмики, в формировании которых степень участия тепловых и динамических процессов уменьшается на 5 % между уровнями преобладания (до 80 %) и равенства. Тем не менее уровень доминирующего комплекса обеспечивает проявление присущей ему генеральной тенденции — разрастания либо сокращения полей в летние месяцы.

Наибольшими размерами обладают Т-полюны, превосходящие по площади ТС-, С-, ДС- и Д-полюны в три, четыре, восемь и десять раз соответственно. Изменения протяженности, ширины и устойчивости полей происходят по большей части синхронно с изменениями их площади.

В летний период происходит локализация всех полыней за исключением термических в излучинах кромки припайно-ледникового побережья или под западными берегами его меридиональных выступов. Это приводит к стабилизации протяженности ТС- и С-полыней и отчетливо проявляющемуся сокращению протяженности ДС- и Д-полыней. В результате от весны к лету происходит изменение генеральной направленности разрастания полыней с широтной на меридиональную, а осенью — обратное ее изменение.

Цепочка стационарных полыней начинает формироваться в сентябре (0,05 млн км²). В ноябре наблюдается максимальная суммарная протяженность стационарных полыней, когда они распространены вдоль 65 % припайно-ледниковой береговой черты. Максимального суммарного развития полыньи достигают в январе, занимая в среднем 1,1 млн км², что составляет около 25 % площади ледового пояса (рис. 12). Сокращение их площади вдвое в феврале (см. рис. 10) обусловлено в основном объединением с открытым океаном гигантской полыньи моря Росса.

В приложении 4 приведены основные сведения о всех 110 стационарных полынях: местоположение, тип, вероятность наличия, максимальное развитие (месяц, площадь). Наряду со стационарными полынями, каковыми могут быть лишь имеющие «твердую стенку» прибрежные полыньи, в Анзоне, внутри пояса дрейфующих льдов, часто возникают полыньи «открытого моря». Они обусловлены неординарным отепляющим воздействием океана. Наибольшей известностью пользуется полынья Уэдделла, которая, как и полынья Росса, может достигать 0,5 млн км² в период максимального развития в декабре. Однако зачастую она не развивается в «чистом» виде, а реализуется как характерный комплекс ежегодно повторяющихся изменений ледовой

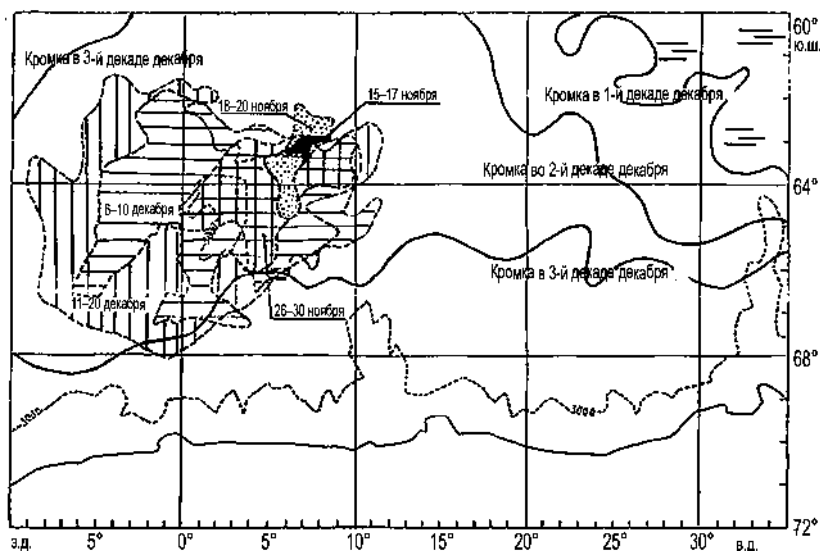


Рис. 13. Пример развития полыньи Уэдделла в ноябре — декабре 1991 г.

обстановки в долготном секторе 20° з.д. — 0° — 20° в.д. (рис. 13). Обычно во второй половине октября — начале ноября в окрестностях поднятия Мод (65° ю.ш., 3° в.д.) возникают обширные зоны разрежения льда до 7—9 баллов. Прогрессирующее уменьшение сплоченности нередко сопровождается оформлением в среднем во второй половине ноября — начале декабря одной крупной или нескольких близко расположенных небольших полыней.

Не позднее начала января быстро разрастающаяся полынья соединяется преимущественно на северо-востоке с открытым океаном. В дальнейшем происходит объединение залива во льду, резко продвинувшегося на запад за счет бывшей полыньи или зоны разрежения, с системой в основном слившихся полыней юго-восточного побережья моря Уэдделла. В совокупности это приводит к почти полному разрушению в январе языка Атлантического ледяного массива вблизи параллели 60° и сокращению его самого в феврале до минимальных размеров (см. рис. 10). В осенне-зимний период неординарные механизмы интенсивного подтока тепла ЦГВ могут очень долго, вплоть до июля, сдерживать ледообразование в области полыньи Уэдделла. А зимой на ее месте в области 62° — 67° ю.ш., 10° з.д. — 10° в.д. из-за ослабленного ледообразования возникает обширная зона тонких льдов (ЗТЛ) толщиной не более 0,5 м (см. рис. 8), которая обречена весной на первоочередное и быстрое вытаивание (рис. 14) и т.д.

Беспрецедентная в замерзающих бассейнах Мирового океана Тт-полынья в море Росса, занимающая в январе в среднем 550 тыс. км² (см. рис. 12), представляет собой уникальный симбиоз полыней прибрежной и открытого моря. Последняя не оформляется в виде самостоятельного обра-

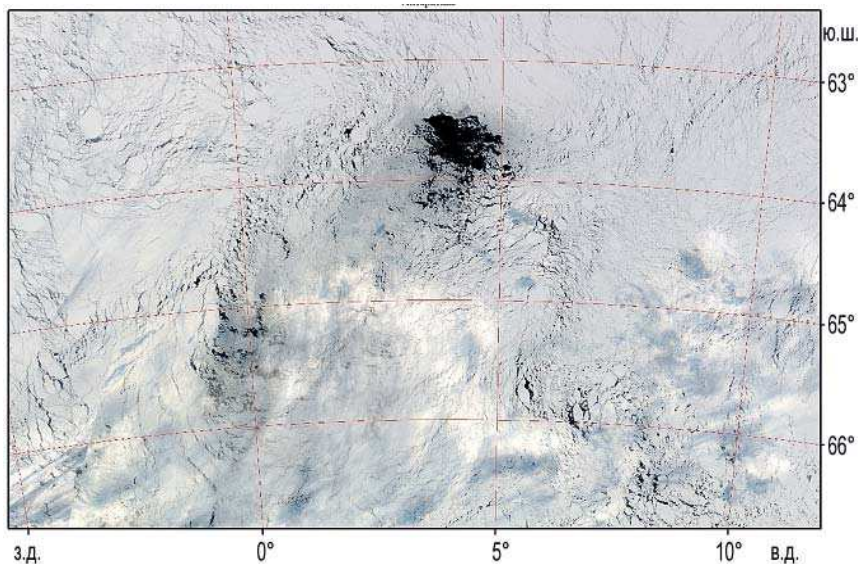


Рис. 14. Экстремально раннее образование в «чистом» виде полыньи Уэдделла площадью около 2 тыс. км² в начале сентября 2017 г.

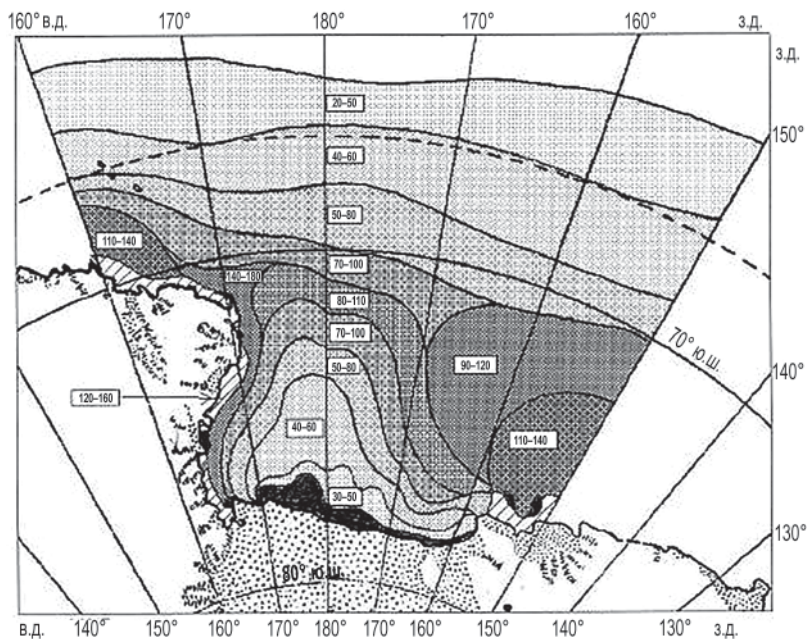


Рис. 15. Реконструкция морфологической структуры ледового пояса в море Росса: диапазоны толщины преобладающего возрастного вида дрейфующего льда в сентябре — ноябре.

зования в его центральной части, где над системой банок Пеннелл с ноября появляются обширные пространства чистой воды. Потенциальная полынья как бы вбирается стремительно разрастающейся за счет этого прибарьерной полыньей, площадь которой увеличивается с октября по ноябрь от 15 до 50 тыс. км². Наиболее впечатляюще выглядит ее разрастание в декабре (до 300 тыс. км²) и последующее увеличение вдвое в январе, которое приводит к почти ежегодному соединению полыньи не позднее февраля с открытым океаном. Аналогия с полыньей Уэдделла заключается в сходстве механизмов эффективной передачи к поверхности тепла ЦГВ, проникающих в море Росса из зоны АЦТ. Версия морфологической структуры ледового пояса в море Росса и его ЗТЛ на месте стационарной полыньи представлены на рис. 15.

6. ПРИПАЙ

Припай является самым консервативным элементом антарктического ледяного покрова, ежегодно повторяя характерные очертания материковой отмели и достигая в ее пределах одних и тех же размеров: максимальная площадь в среднем около 0,5 млн км² в сентябре и минимальная площадь 0,2 млн км² в апреле (рис. 16). Однако межгодовая изменчивость сроков этих

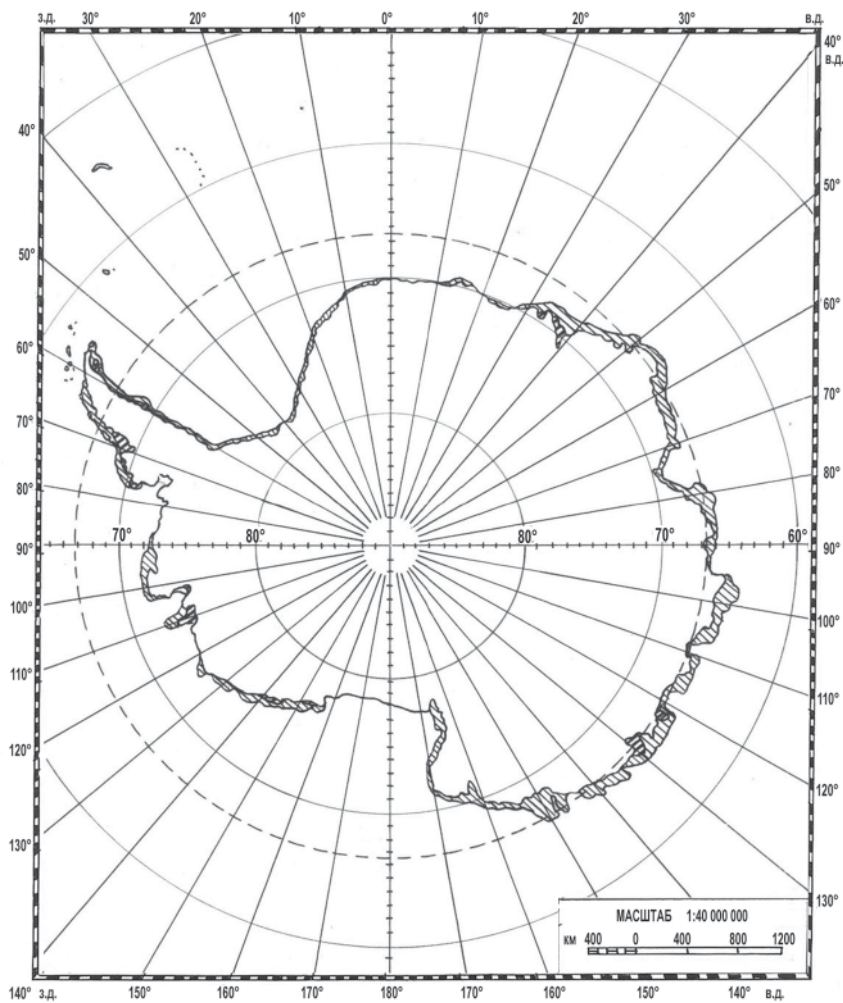


Рис. 16. Схема положения границ антарктического припая в периоды его максимального и минимального (многолетний припай) развития (1975—1995 гг.).

экстремумов (окончательного замерзания прибрежной акватории зимой и разрушения припая в летне-осенний период), составляет в среднем три месяца, что вдвое больше, чем в Арктике. В особо динамичных районах станций Русская, Ленинградская и Беллинсгаузен она увеличивается до пяти месяцев.

Однолетний припай за зиму нарастает в среднем до полутора метров (табл. 3), а его межгодовая изменчивость может превышать 0,5 м. Самый тонкий однолетний припай образуется, как это ни парадоксально, в районе наиболее высокоширотной, располагающейся почти на 75-й параллели станции Русская. Основной причиной является неожиданно «теплая» подстилающая лед морская поверхность в окрестностях залива Корделла Халла (табл. 4). Период перехода зимой температуры поверхности моря через $-1,8^{\circ}\text{C}$, которая соответствует температуре замерзания, здесь минимальный и фактически совпадает с полярной ночью (с середины мая по сентябрь), т.е. составляет всего около 4 месяцев. Последующий ежегодный прогрев чрезвычайно устойчив, хотя и незначителен — максимум до $-1,2^{\circ}\text{C}$ в середине января.

Самый толстый припай формируется в районе базы Ленинградская. Он отличается наиболее низкой температурой поверхностных вод: на протяжении почти всего года она не превышает $-1,8^{\circ}\text{C}$ при среднегодовом значении $-1,9^{\circ}\text{C}$. Это обуславливает фактически непрерывный характер нарастания однолетнего припая вместо его обычного летнего стаивания в других районах не менее чем на 0,5 м до взлома.

Район Мирного в целом соответствует средним ледово-гидрологическим условиям за исключением экстремально низких значений температуры воды $-2,2^{\circ}\text{C}$, наблюдавшихся зимой 1990 г., когда местный припай вырос до рекордной толщины 193 см.

Особенно отчетливо указанные различия проявляются в изменениях состояния многолетнего припая. Толщина двухлетнего припая, которая к началу таяния достигает примерно двух метров, на большинстве станций за лето сокращается примерно вдвое. Однако следующей зимой, на третьем году существования, припай вновь восстанавливается до двухметровой толщины, т.е. пребывает в равновесном состоянии. Многолетний припай в районе Ленинградской, напротив, фактически перманентно нарастает. При этом неослабевающее нарастание снизу подкрепляется активным нарастанием припая сверху за счет инфильтрационного снежно-водного ледообразования вследствие аномально высокой заснеженности (более 1 м). Очевидно, что при длительном сохранении не взломанным такой припай может превратиться в шельфовый ледник. Аналогичные условия, по-видимому, существуют на шельфе у побережья Антарктического п-ова в море Уэдделла и в районе Новозаревской, где в вершине залива Ленинградский в 1963 г. наблюдалась рекордная толщина двухлетнего припая — более 4—5 метров (Леденев, 1964).

По оценкам, площадь многолетнего припая в Антарктике составляет примерно 100 тыс. км², из которых по состоянию на 1980 г. две трети

Таблица 3

Средние многолетние значения (см) толщины припая (верхняя строка) и высоты снега на нем (нижняя строка)
в районах прибрежных станций и сезонных баз РАЭ

			Месяц, число																								max											
			III			IV			V			VI			VII			VIII			IX			X			XI			XII			I			II		
10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	31	10	20	28
<i>Ленинградская (1971—1978)</i>																																						
<i>Однолетний припай</i>																																						
			2	18	35	40	46	55	69	72	75	80	84	90	97	108	113	118	120	124	128	132	136	139	142	144	145	146	146	145	144	143	147	150	156	161	161	
			0	1	5	6	8	12	14	17	19	20	21	24	27	23	22	22	24	27	30	28	29	28	25	25	31	36	38	40	42	47	52	57	57	57		
<i>Многолетний припай (двухлетний)</i>																																						
165	169	170	172	173	174	176	178	179	181	184	186	188	191	195	197	199	201	202	203	204	205	206	207	212	214	216	217	218	218	213	212	213					218	
62	61	61	61	61	62	65	77	81	83	84	86	88	90	91	91	92	93	92	91	89	90	91	93	93	93	95	104	100	102	105	107	111				111		
<i>Русская (1981—1989)</i>																																						
<i>Однолетний «короткий» припай</i>																																						
																40	48	60	67	72	75	76	77	78	79	77	75	73	72	70	65	54	53	48		79		
																0	6	7	10	12	12	11	11	13	13	14	14	12	8	7	6	6	0		14			
<i>Однолетний «длинный» припай</i>																																						
			39	49	53	56	62	67	72	76	83	85	90	95	100	103	106	109	116	122	131	139	148	148	146	144	138	136	132	130	126	114	109	104	102	102	148	
			4	8	8	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12	12	16	18	20	21	22	22	24	26	20	20	17	16	15	12	9	6	4	1	26		
<i>Многолетний припай (двухлетний — трехлетний)</i>																																						
			84	92	100	108	114	118	123	131	139	147	154	160	167	172	177	181	184	187	189	190	192	194	193	190	188	184	176	166	152	144	137	128	120	113	194	
			1	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	2	1	0	0	0	0	1	4			
<i>Прогресс (1988—2020)</i>																																						
<i>Однолетний припай</i>																																						
23	24	31	38	45	53	58	66	74	82	89	95	103	110	115	120	125	131	135	139	144	148	151	153	154	154	152	149	145	134	128	125	4	6	11	14	154		
1	3	4	4	4	5	6	8	8	11	10	6	9	11	10	8	10	13	12	11	9	11	10	12	11	10	11	8	6	3	2	1	0	0	1	13			
<i>Многолетний припай (двухлетний — трехлетний)</i>																																						
			116	117	117	118	122	127	133	136	139	141	145	150	158	162	168	175	180	186	191	193	194	196	198	197	197	196	194	174	162	155	150	147	141	137	198	
			3	3	4	7	4	7	8	7	5	4	3	2	1	0	2	2	2	8	11	8	6	6	12	5	2	0	0	2	1	1	12	10	3	12		
<i>Мирный (1956—2019)</i>																																						
<i>Однолетний припай</i>																																						
			22	30	39	47	54	61	68	73	78	84	89	95	101	106	113	121	127	133	139	143	147	152	155	156	157	155	153	145	139	125	110	104	86	80	157	
			1	4	6	10	10	14	15	15	17	18	18	18	17	18	19	19	20	20	20	20	20	20	20	21	22	21	21	20	15	11	8	4	2	3	22	
<i>Многолетний припай (двухлетний)</i>																																						
50	57	64	70	71	72	73	80	83	88	93	96	98	102	105	109	116	123	127	137	142	147	149	151	155	160	165	165	158	154	126						165		
10	14	14	16	21	24	20	15	11	14	17	21	21	21	21	22	22	22	21	20	18	19	20	20	20	20	20	22	22	22	7						24		

находились либо в переходной стадии к шельфовому леднику, либо уже превратились в него (Коротков, Романов, 1990). Остальной старый припай площадью около 30 тыс. км² в основном был сосредоточен в тихоокеанском секторе и раз в 5—6 лет полностью взламывался.

Припай, разрастающийся за пределы бровки шельфа (изобаты 300—500 м), постоянно подравнивается под нее. Это происходит, очевидно, благодаря подламыванию выступающих участков длиннопериодными волнами (приливными, барическими, внутренними и цунами), которые разрушаются на материковом склоне. Взломанный припай подхватывается склоновым ПАТ и уносится на запад.

Главным фактором взлома припая на шельфе являются волны зыби (Припай, 1977), которые генерируются в основном глубокими полярно-фронтными циклонами, смещающимися по меридиональным траекториям. С этими циклонами также связана адвекция тепла и влаги (осадков в виде снега) в прибрежные районы Антарктиды. В случае антициклонического характера погоды в Антарктике зимой в целом наблюдается толстый и малозаснеженный припай, что обусловлено низкой температурой воздуха и меньшим количеством метелевого снега. В случае циклонического характера погоды наблюдается обратная картина. В теплый период года характер атмосферных макропроцессов, как правило, меняется на противоположный. В результате из-за сезонного компенсационного изменения циклонической активности в годы с толстым припаем взлом его происходит зачастую раньше, чем в годы с образовавшимся зимой тонким припаем, который разрушается позже.

Взлом припая стимулирует развитие стационарных полыней (Коротков, 1990б) и регламентирует сроки очищения большинства районов, будучи летом единственным источником пополнения быстро истончающегося внешнего пояса дрейфующих льдов. В итоге со взлома припая начинается и его окончательным становлением завершается, образно говоря, калейдоскоп ледовых ландшафтов, которые определяют условия проведения морских операций в прибрежной, самой труднодоступной зоне Антарктики. Сохранение припайного льда, как правило, обуславливает повышенную ледовитость и сложные условия плавания.

Самое главное, что припай, с одной стороны, является препятствием (иногда непреодолимым, как, например, в бухте Белая в районе Новолазаревской) на пути судна к берегу, а с другой, образно говоря, представляет собой «несущую платформу». В абсолютном большинстве районов, где отсутствует естественный ледниковый или искусственно созданный причал, это едва ли не единственная возможность полноценного снабжения полярных станций — слива больших объемов топлива и выгрузки крупногабаритов и тяжеловесов, неподъемных для вертолетов. На припае прокладываются трубопроводы и ледовые дороги, оборудуются взлетно-посадочные полосы для самолетов и площадки для вертолетов.

7. МАРШРУТЫ ПЛАВАНИЯ

Большая часть циркумполярного ледового пояса на пути к побережью Антарктиды, как уже отмечалось в разделе 3, может успешно пересекаться современными экспедиционными судами по кратчайшим меридиональным маршрутам даже в холодный период года. При этом максимально используются изображенные на рис. 9 ареалы полыней Уэдделла, Росса и залива Прюдс (Коротков, Федяков, 2001). После их прохождения судно генерально направляется в сторону соответствующей стационарной полыни пункта следования, находящейся на стадии заприпайной или прибрежной (рис. 17—18).

Основную сложность представляет прибрежная зона, которая включает:

- припай, развивающийся в пределах материковой отмели;
- стационарные полыни, располагающиеся зимой вдоль припая,

а с его взломом летом локализующиеся под западными берегами выступов припайно-ледникового побережья и превращающиеся зимой в зоны относительно тонких льдов;

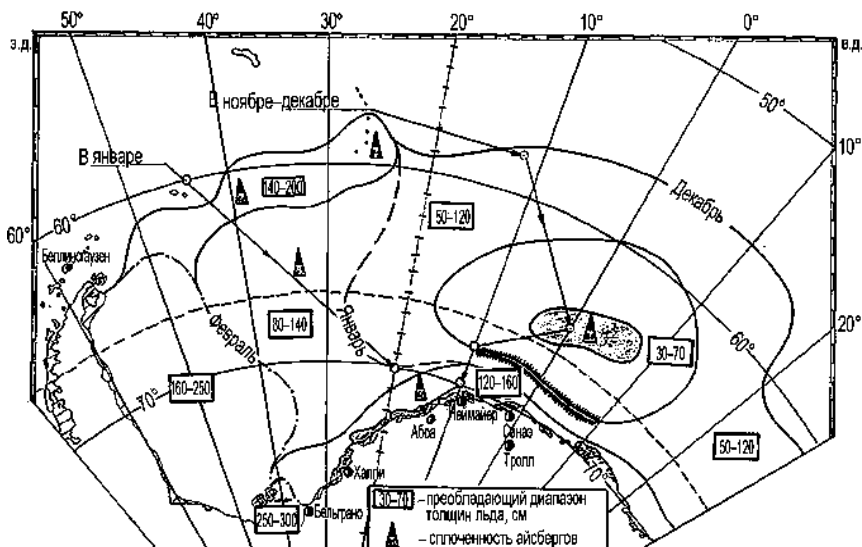


Рис. 17. Стратегические маршруты пересечения пояса дрейфующих льдов на пути к побережью Антарктиды при типичной ледовой обстановке в круговороте Уэдделла в период декабрь — февраль.

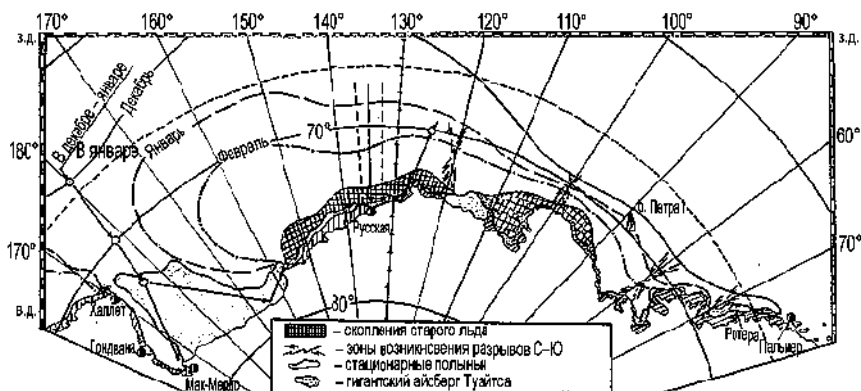


Рис. 18. Стратегические маршруты пересечения пояса дрейфующих льдов на пути к побережью Антарктиды при типичной ледовой обстановке в круговороте Росса в период декабрь — февраль.

— северная периферия прибрежной зоны шириной в основном от 30 до 70 миль, в которой потенциально может развиваться явление так называемой ледовой реки.

8. ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ЗОНЫ ПРИБРЕЖНОЙ «ЛЕДОВОЙ РЕКИ»

Особо опасным явлением, называемым «ледовой рекой», является резкое ускорение дрейфа льда в виде локального потока, которое сопровождается его сплочением, сжатием и торошением.

Постоянной природной основой для возникновения ледовой реки в Антарктике служит постоянное Прибрежное течение. Оно приурочено к материковому склону — свалу глубины от бровки шельфа (300—500 м) до подножия склона, глубина которого в зависимости от района варьирует в основном от 2500—3000 до 3500—4000 м. Над склоном со средней скоростью 0,2 узла осуществляется квазитранзитный перенос с востока на запад основной массы старого льда и айсбергов. Чем круче склон, тем больше скорость течения. Стрежень ПАТ располагается над верхней частью материкового склона, вблизи бровки шельфа. Вторая струя течения, уступающая стрежню примерно вдвое по скорости, располагается над подножием склона. Между указанными струями нередко возникает отчетливо выраженный дрейфораздел. Стрежень ПАТ вокруг всей Антарктиды отчетливо маркирован на рис. 3 ленточной зоной повышенной до 6 баллов сплоченности айсбергов.

Господствующие в прибрежной зоне восточные ветры оказывают влияние на скорость постоянного дрейфа льда: с увеличением скорости ветра на 5 м/с скорость дрейфа возрастает еще примерно на 0,2 узла. При выходе к побережью глубоких полярнофронтовых циклонов с характерной скоростью восточного ветра около 20 м/с влекомый ПАТ дрейфующий лед практически безынерционно сплавивается до 10 баллов, сжимается, тороится и скорость его дрейфа возрастает до одного узла и более.

Практика навигаций, особенно зимних навигаций САЭ — РАЭ (см. приложение 2), показала, что попытки форсирования ледовой реки являются напрасной потерей времени, нервов, дорогостоящего топлива. Оптимально переждать циклон в дрейфе с подработкой мористее зоны ледовой реки (при движении на станцию) либо в прибрежной стационарной полынье или припае (при выходе со станции). В противном случае судно может получить серьезное повреждение (например, так вышло из строя рулевое устройство д/э «Степан Крашенинников» в конце февраля 1994 г. в районе Новолазаревской) либо вообще оказаться в ледовом плену. Так, НЭС «Михаил Сомов», образно говоря, вытянувшее в одиночку (из-за поломки НЭС «Академик Федоров») тяжелейшую навигацию 1991 г. (36-я САЭ), во время

заключительной операции на Молодежной 6 июля было захвачено ледовой рекой и затем вмерзло в припай напротив станции на расстоянии 60 км от нее. Плен судна продолжался около полугода, до 21 декабря.

Вследствие этого пересекать зону потенциальной ледовой реки (зону материкового склона) при наличии сплошного внешнего пояса дрейфующего льда следует безостановочно в период относительно невысокой скорости ветра (средняя скорость ветра восточной четверти до 10 м/с) и при отсутствии перспективы выхода в ближайшее время на район глубокого циклона.

Таким образом, относительно узкая (в среднем 30—70 миль) прибрежная зона потенциальной ледовой реки является самым коварным элементом ледового ландшафта вод Южного океана. Состояние ее во многом определяет возможности достижения судном побережья Антарктиды. Явление ледовой реки наблюдается повсеместно, круглогодично, отличается повышенной частотой возникновения и последующим продолжительным существованием — до трех суток.

Все ледяные массивы Южного океана можно рассматривать как частный случай ледовой реки, встречающей на своем пути препятствие в виде крупных меридионально ориентированных неровностей береговой черты. Тихоокеанский массив, по-видимому, представляет собой собственно зону ледовой реки увеличенных размеров (в среднем до 120 миль) из-за очень широкого (пологого) местного материкового склона.

9. ФОРСИРОВАНИЕ ПРИПАЯ

Работа в припае уже менее опасна для судна, чем в зоне материкового склона, хотя бы потому что здесь не бывает дрейфа льда и сжатий. Однако отмечавшаяся в разделе 2 липко-гибкость антарктического льда может приводить к многочисленным изнурительным для судоводителей зависаниям и застреваниям (клинениям) судна, особенно если рабочая часть корпуса не покрыта ледоотталкивающей краской (например, «Инерта-160»).

При зависании судно носом выходит на лед, но не проламывает его своим весом: лед под корпусом судна не ломается, а прогибается. Чтобы избежать зависания, применяют следующий способ: разгоняют судно на полном ходу и в момент касания льда форштевнем дают полный ход назад. В этом случае судно ломает лед, но не останавливается, а сразу начинает отбрасывать назад и зависания не происходит. Если судно все же зависло, сначала надо попробовать сняться на полном ходу назад, затем попеременно дать полный ход вперед с перекладкой руля с борта на борт и полный ход назад. Если такой маневр не помогает, откачивают носовые балластные танки и закачивают кормовые (дифферентовка судна) с постоянной работой машины на полный ход назад. Как только судно получит движение назад, перекачку балласта прекращают.

Зависание — самая опасная ситуация для судна. Иногда операция по выходу из него занимает несколько суток; используется даже заводка ледовых и станковых якорей назад.

Для выхода из заклинивания также можно применить метод кренования — перекачку воды из танков левого борта на правый и обратно. Для этой цели можно использовать и топливные танки. В марте 2019 г. при зависании в припае в районе станции Новолазаревская д/з «Василий Головин» применял раскачивание судна краном с подвешенной на нем 50-тонной баржой. При этом машина постоянно работает на полный ход назад. После выхода судна из клинения все балластные и топливные танки приводятся в первоначальное состояние, даже если на это потребуются несколько часов.

Для того чтобы гарантировать судно от зависания в ровном припае толщиной до одного метра, можно идти кормой вперед. Здесь имеются в виду суда, осадка кормы которых не менее семи метров и, конечно, ледовый класс УЛ и УЛА (Arc 5—6 по современной классификации). В этом случае винто-рулевая группа находится ниже нижней поверхности льда. Можно увеличить осадку кормы путем балластировки. При работе на за-

дний ход винтом судна подо льдом создается разрежение, и тогда достаточно небольшого удара, чтобы разрушить этот лед. Это делается следующим образом. В припае выбирают направление канала и направляют по нему корму судна. Мелкими ударами начинают врубаться в лед, и когда судно врубится в него более чем на корпус, оно не уйдет с заданного направления, потому что края канала не дадут носу судна уходить ни вправо, ни влево. Удары кормой наносятся осторожно. Судно отходит вперед не более чем на корпус, а затем на среднем ходу назад наносит удар по припаю. При этом нужно следить, чтобы в припае на пути движения судна не было вкраплений тяжелых льдин или кусков айсбергов.

НЭС «Михаил Сомов» на станции Молодежная в период захода на станцию в заливе Алашеева часто двигался в ровном однолетнем припае под полуостровом Танг толщиной 90—100 см (ЗТЛ на месте замерзшей стационарной полыньи) кормой вперед со средней скоростью до одного узла. Также успешно он выходил кормой вперед из Мирного осенью 1986 г. Сначала двигался носом вперед, но в семи милях от барьера завис в припае толщиной 50—60 см. Снимались с припая около 12 часов, затем развернулись кормой вперед и этот припай шириной до 10 миль преодолели за четыре часа.

В 27-й САЭ НЭС «Михаил Сомов» работал на станции Новолазаревская в марте. Толщина припая уже достигала 70 см. Прошли кормой вперед 12 миль за 12 часов.

Естественно, имеется риск получить повреждения винто-рулевой группы. Однако за все время работы САЭ — РАЭ можно припомнить лишь один случай повреждения винта д/э «Обь» в 1960 г. с последующим непредусмотренным рейсовым заданием ремонтом в Вальпараисо и еще один случай повреждения руля д/э «Капитан Кондратьев» в 1987 г. в районе Новолазаревской, когда судно на полном ходу на повороте задело кормой ледяное поле. Стальные винты ВФШ, установленные на дизель-электроходах типа «Амгуэма» и впоследствии на НЭС «Академик Федоров», хорошо «держат» антарктический лед и позволяют отработку при движении кормой вперед. Это особенно эффективно в зонах формирования молодого льда, где его толщина может превышать один метр. При этом необходимо иметь достаточную осадку кормой, чтобы винт не задевал лед.

Нужно иметь в виду, что вдоль всего побережья на некотором расстоянии от барьера (расстояние зависит от высоты барьера: чем выше барьер, тем больше расстояние) припай может быть сложен полосой смерзшейся снежуры шириной два-три кабельтова. Эту полосу на общем фоне припая не видно. Она образуется из метелевого снега, который стоковыми ветрами выносятся с материка через барьер на открытую воду. Снежура смерзается, и образуется вязкая ледяная масса. На станции Мирный полоса снежуры находится на расстоянии четырех-пяти миль от барьера. НЭС «Михаил Сомов» в 26-й САЭ в осеннее время полным ходом вошел в эту полосу снежуры и прочно увяз. Снимались несколько суток. Такие полосы реко-

мендуется проходить кормой вперед — это значительно экономит время и гарантирует успех.

В припае толщиной до одного метра судам типа «Амгуэма» ходить кормой вперед, вообще, предпочтительнее. Во-первых, судно гарантировано от зависания. Во-вторых, меньше маневров и реверсов. Если при движении в припае носом вперед нужно делать три удара (вправо — влево и прямо) и каждый раз отрабатывать назад, то при движении кормой вперед наносится только один удар. Судно двигается на полкорпуса вперед, а затем назад, и за один маневр проходит расстояние больше, чем за три маневра при движении носом вперед.

Самый эффективный способ форсирования припая — это работа двумя судами. В этом случае можно пробить канал практически в любом однолетнем припае, толщина которого составляет от 90—120 см, как на Молодежной, до, возможно, 190—210 см, как на Новолазаревской. Суда работают на расстоянии 50—100 м друг от друга. Правое судно наносит удар вправо, левое судно — влево. Первое судно с разгона на полном ходу наносит удар по припаю и не сбавляет хода, пока есть движение вперед. Затем дает полный ход назад, и если, зависнув, не имеет хода ни назад, ни вперед, то ждет, пока второе судно его околет. Второе судно работает точно так же, как и первое: наносит удар, и если застряло, то ждет, работая машиной на полный ход назад, пока первое судно его окалывает, и т.д. В этом случае удары по льду наиболее эффективные, так как судно наносит удар на полном ходу и не сбавляет хода до полной остановки, не опасаясь зависания, потому что второе судно его всегда околет.

Выбор направления прокладки канала относительно преобладающего направления ветра также может иметь решающее значение — обломки льда в идеале должны выноситься ветром в сторону устья канала, а не прижиматься к корме.

Айсберги, вмороженные в припай, на протяжении своей «зимовки» регулируют режим снегонакопления. Аккумуляция снега происходит преимущественно с наветренной стороны айсбергов. В ветровой тени за ними могут сохраняться участки бесснежного льда. С началом теплого периода года бесснежный лед подвергается интенсивному радиационному разрушению, что повышает проходимость судна и исключает такие неприятные явления, как зависание и клинение судна из-за облипания корпуса в снежной подушке.

10. ВЫБОР МЕСТА СТОЯНКИ И ШВАРТОВКИ СУДНА

Место стоянки зависит от задач выгрузки и реально складывающейся ледовой обстановки. В идеале это естественный ледниковый причал — ровный и высотой не более 10 м барьер, каковым в настоящее время располагает только береговая база станции Новолазаревская в бухте Белая. Промежуточными грузовыми площадками при авиационной выгрузке могут служить айсберги и их обломки, ледяные поля или даже отдельные небольшие льдины. Однако самой распространенной «несущей платформой» в РАЭ является припай.

При всех неоспоримых преимуществах ледникового барьера нельзя забывать о возможности его откола, что всегда создает серьезную потенциальную опасность для береговой грузовой бригады и палубной команды. В период строительства Молодежной в 1965 г. произошел откол края материкового оледенения в районе «причала № 1». В феврале 1984 г. во время швартовки д/э «Капитан Марков» к барьеру ледника Эймери в условиях зыби на открытой воде также произошел облом края ледника в месте швартовки.

В том случае, если корпусом судна невозможно подчистить и убрать нависающий опасный край материкового льда, необходимо при швартовке судна перебросить мостик либо трапы достаточной протяженности, чтобы перекрыть опасную зону.

Облом краевой части ледника либо айсберга, к которому пришвартовано судно, происходит по границе термоабразионной ниши, развивающейся на уровне уреза воды, либо по трещине, которая образуется на перегибе краевой части ледникового покрова, обусловленной рельефом коренного ложа или приливо-отливными явлениями. Эти трещины, как правило, перекрыты снежными мостами, но они отчетливо видны в утренние и вечерние часы. Будучи более темными по цвету, они хорошо обнаруживаются с вертолета. Оценив ширину и положение трещин, зачастую параллельных береговой черте, можно определиться как с местом швартовки, так и с трассой транспортировки груза. При этом даже простое наведение мостов из бревен через трещины всегда сводит к минимуму возможность ЧП.

Нередко для обеспечения безопасной работы как на барьере, так и на припае, льдине или айсберге, особенно в случае когда задействованы вертолеты, груз оттягивали от борта судна минимум на 20 м через канифас-блоки. Для этого на расстоянии 30—35 м от судна делается крепление для канифас-блока, точно такое же, как и для крепления швартовых концов. За бридель или вкопанный баллон крепится канифас-блок, через который протягивается трос, прикрепленный к санкам или другой платформе (во-

локуши), находящейся под бортом судна. Через канифас-блок, установленный на «причале», трос идет на второй канифас-блок, закрепленный на фальшборте судна, и дальше на брашпиль, если выгрузка производится из носовых трюмов, или на шпиль, если из кормовых. Лучшие санки для перевозки груза на вертолет делались из двух лыж от самолета Ан-2, на которые набивался помост для установки груза. Такие санки получались легкими и довольно прочными. Груз клался на санки, которые брашпилем (шпилом) оттягивались от борта до канифас-блока на «причале». После перегрузки в этом безопасном месте на другие транспортные средства пустые санки вручную возвращались к борту за очередной партией груза. Иногда санки возвращались с помощью брашпиля (шпиля), но это не приводило ни к облегчению, ни к ускорению грузовых операций, поскольку времени на заводку — уборку дополнительных концов требовалось много. Поэтому и ограничивались работой брашпилем (шпилом) только загруженных санок.

Перед швартовкой на «причале» нужно подготовить места крепления швартовых концов, которые готовятся в основном двумя способами.

1. Если на барьере, низком айсберге или большом ледяном поле, к которому швартуется судно, много снега, тогда в снегу копается яма размером 2×2 м и глубиной от 1,5 до 2 м. Передняя, обращенная к судну стенка ямы делается с небольшим отрицательным углом. Посередине этой стенки прокапывается вертикальная канавка шириной 30 см для бриделя. Затем берется бревно, желательно диаметром не менее 25 см, и укладывается в яму к передней стенке. Бревно обхватывается стальным бриделем диаметром 25—30 мм, и оба конца бриделя с гащами выводятся наружу по прокопанной канавке. Между бревном и передней стенкой ямы устанавливаются вертикально несколько коротких досок. После этого яму засыпают снегом и по возможности уплотняют. Если сохраняется отрицательная температура воздуха, желательно яму полить пресной водой. Швартовый конец крепится сразу за две гаши бриделя. Обычно гаши бриделя продеваются в гашу швартового конца и через них вставляется короткое бревно.

При отдаче конца одна гаша бриделя отдается, а вторая крепится к швартовому концу, и тогда брашпилем, выбирая швартовый, вытаскивают и бридель из ямы. Для этого обе гаши бриделя и выводятся наружу. В противном случае, если бридель закрепить петлей на бревне, его трудно вытащить обратно, а если и удастся, то вместе с бревном. Только в постоянных местах швартовки судов, как это было, например, на «причале № 1» АМЦ Молодежная, бридель крепят на бревно петлей. Здесь важно, чтобы при отшвартовке судна он не вытащился, иначе при следующей швартовке всю работу придется проводить заново.

2. Другой способ крепления концов применяется при отсутствии снежного покрова или его незначительной толщине. В этом случае снежный покров удаляется, а во льду кольцевым буром диаметром 20—25 см бурится скважина с наклоном от судна 40—50° на глубину 65—75 см. В эту скважину вставляется газовый баллон (углекислотный, ацетиленовый или

кислородный) вверх дном. При отсутствии таковых можно вставить бревно. Получается хороший пал для швартовки. При швартовке к торосистым льдинам для крепления концов нередко используются сами торосы.

Штатные ледовые якоря, как правило, не используются. Они тяжелые и весьма неудобные, к месту крепления их доставить трудно, а порой и вовсе невозможно. Штатный становой якорь использовался для крепления судна к барьеру при стоянке у «причала № 1» в АМЦ Молодежная. На барьере для него готовили такую же яму, как для бриделей, но только во льду, и затем, подтянув трактором якорь к задней стенке ямы, брашпилем постепенно затягивали в яму. Эта операция проводилась для того, чтобы судно плотнее держалось к барьеру. При юго-восточном ветре со скоростью 25—27 м/с, который, как правило, всегда дует на барьере, швартовые пропиленовые концы вытягиваются и выгрузка или погрузка судна становится невозможной. При заведенном якоре судно плотнее держится к барьеру и даже при такой скорости ветра еще можно производить грузовые операции.

Для небольших льдин, размер которых значительно меньше длины судна, крепление для швартовых вообще не готовят. Швартовы заводят вокруг льдины. Подают швартовы один с бака, другой с кормы, соединяют их вместе и обводят вокруг льдины, а затем шпилем и брашпилем подтягивают льдину к борту.

Подходить к льдине, ледяному полю или низкому айсбергу, когда есть возможность выбора, лучше с наветренной стороны. Судно ветром прижмет к выбранному месту льдины или айсберга. Затем по штурмтрапу или по парадному трапу, или с помощью сетки и грузовой стрелы высаживают людей на лед или айсберг для подготовки крепления швартовых концов, по мере готовности которых начинают заводить концы. Количество концов определяет капитан, сообразуясь с погодой.

Если с наветренной стороны подойти не удастся (швартовка к барьеру или большому ледяному полю), тогда подходят носом и удерживаются на упор, работая машиной и рулем. В этом случае высаживают людей с бака по штурмтрапу для подготовки крепления носового шпринга, затем — для крепления кормовых концов, чтобы по возможности поставить судно лагом к барьеру или льдине. Когда необходимое число кормовых и носовых концов заведено, носовой шпринг переносится на носовой прижимной. Судно поджимается как можно плотнее к барьеру или льдине, и можно приступать к грузовым операциям.

В припай или обширное ледяное поле можно врубиться и поставить судно в канале для производства грузовых операций. Канал прорубается более чем на длину судна. После этого судно прижимается к левой или правой бровке канала и пришвартовывается. Для экономии времени при небольшом количестве груза канал можно не рубить, а сделать только зарубку для упора форштевнем. Тогда, работая машиной и рулем, можно поставить судно вдоль кромки припая или края льдины. В этом случае можно не тратить время на заводку швартовых, а удерживать судно работающей машиной. Если судно стоит правым бортом к припаю или льдине — руль лево на борту, машина работает самым малым

ходом (СМХ) вперед. Если левым бортом — руль право на борту, машина по-прежнему работает СМХ вперед. В этом случае у дизель-электровозов остается в работе одна машина, при работе которой СМХ много топлива не расходуется. Правда, при усилении отжимного ветра нужно будет перейти на малый ход вперед, но и в этом случае расход топлива будет невелик.

При швартовке к неподготовленному барьеру (как было, например, в районе сезонных геологических баз Дружная-3 и Дружная-4) можно и нужно использовать выступы барьера, чтобы как-то развернуть судно вдоль него, если не для выгрузки, то хотя бы для высадки людей.

Швартовку к низким айсбергам или полям льда тоже начинают с того, что упираются носом, высаживают людей с бака по штормтрапу для подготовки швартовых креплений и по мере подготовки их швартуют судно. Это делается в том случае, когда нет выступов на айсберге. Когда же имеются такие выступы, в которые судно может упираться форштевнем, тогда, работая машиной и рулем, можно поставить судно бортом к айсбергу и удерживать его в этом положении, не заводя швартовых, как и в ранее описанном случае с припаем и барьером.

Обычно стремятся швартоваться к гладкой ровной стороне низкого айсберга и не обращают внимания на те стороны айсберга, которые изрезаны и неровные. Это ошибочное мнение. Нужно, обратить внимание именно на неровные стороны айсберга и тщательно их обследовать. Во-первых, там всегда можно поставить один, а то и два передних трюма (речь идет о д/э типа «Амгуэма») под разгрузку, не швартуясь, работая на упор. Во-вторых, на примере «замусоренного» айсбергами района станции Ленинградская подмечено, что айсберг своими ровными сторонами касается других айсбергов, и в этом случае судну, пришвартованному к ровной стороне, нужно будет срочно отходить, чтобы не быть раздавленным приближающимся айсбергом. В то же время неровная сторона практически всегда остается нетронутой, ни один айсберг с ней не соприкасается. В этом, видимо, есть какая-то закономерность — ведь ровные стороны айсберга, вероятно, образовались от уже происходивших соприкосновений с соседними айсбергами. Лучше учитывать данное обстоятельство, особенно когда выбранный для грузовых операций айсберг находится в окружении других.

Иногда бывает, что нет ни подходящих для разгрузки айсбергов, ни крупных льдин, а выгружаться надо. Тогда подыскивают небольшую льдину, размеры которой меньше длины судна. Такую льдину, если она дрейфует на чистой воде, для прекращения дрейфа заталкивают судном в мелкобитый лед или снежуру. Затем швартуют ее к борту, как это было описано выше, и производят через нее грузовые операции. Так, НЭС «Михаил Сомов» успешно выгружался и загружался при помощи вертолетов на рейде Мирного со льдины размером 30 × 20 м. Льдина была обнаружена на чистой воде и заведена в прибрежную полосу снежуры и битого льда. Аналогично действовал д/э «Капитан Марков» у станции Русская в 28-й САЭ.

11. ОСОБЕННОСТИ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА И ВЫПОЛНЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ В РАЙОНЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРИБРЕЖНЫХ СТАНЦИЙ И СЕЗОННЫХ БАЗ РАЭ

11.1. БАЗА МОЛОДЕЖНАЯ

Бывшая «столица» САЭ — Антарктический метеорологический центр (АМЦ) Молодежная просторно раскинулся на Холмах Тала на берегу залива Алашеева в море Космонавтов. С первого сезона в 7-й САЭ в 1962 г. под командой В.С. Сидорова, а затем с 1963 г. круглогодично вплоть до закрытия станции 8 июля 1999 г. здесь проводились прибрежные ледовые наблюдения.

Стандартный комплекс определений, включая сроки наступления основных ледовых явлений (табл. 5), выполнялся, как и на всех остальных станциях, по отечественной методике, современная редакция которой изложена в Наставлении (2017). Ледовый пункт (ЛП) располагался у геодезического знака «Озерный» на удалении около 0,6 км от берега бухты Опасная на высоте 76,7 м над уровнем моря. Объектом наблюдений являлась акватория залива Алашеева в радиусе 30 км от ЛП. Направление створа — на северо-северо-запад от ЛП. Постоянная точка (ПТ) измерений припайного льда находилась чаще всего в юго-восточном углу бухты Опасная на расстоянии 100 м от берега. Ледовый профиль длиной 2 км с измерениями через 200 м начинался в ПТ и был ориентирован строго на север.

На тех участках, где берег залива Алашеева представлен выходами скальных пород, глубины моря, как правило, незначительны, что делало подход судов невозможным. Исключение составлял приглубый район у мыса Гранат и в бухте Заря. В то же время огромным достоинством Молодежной являлось наличие нескольких невысоких участков ледникового барьера.

Наиболее удобным местом для подхода и швартовки к ледяному берегу в районе Молодежной являлся так называемый «причал № 1». В период 1962—1976 гг., даже с учетом того, что стена ледникового причала постепенно разрушалась и отступала, это место использовалось всеми судами для выполнения грузовых операций. Исключение составил 1966 г., когда капитан Э.И. Купри на д/э «Обь» отшвартовался к ледяному барьеру в бухте Сибирячка. Это было связано с тем, что при очищении залива Алашеева в районе «причала № 1» наблюдается очень сильная зыбь. В период разгрузки в 10-й САЭ 13 февраля 1965 г., когда под воздействием зыби обвалилась часть барьера, груз и три человека, находившихся на санях, оказались в воде.

**Сроки наступления основных ледовых фаз в заливе Алашеева,
в районе базы Молодежная (1962—1999 гг.)**

Характеристика	Взлом припая		Очищение		Ледообразование		Образование припая		Замерзание	
	Начало	Окончание	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	30.11.79	15.01.85	18.01.85	07.02.80	10.02.90	10.02.90	10.02.90	23.03.72	23.03.72	30.04.89
Средние	23.01	04.03	НБ ¹ 18.02 ²	НБ 12.02	09.03	19.03	28.04	09.05	17.05	08.06
Максимальные	13.03.73	17.04.90 НБ	НБ 3.04.84 ³	НБ 24.02.87	10.04.77	22.04.64	08.06.80	16.06.80	26.06.67	10.08.80

¹ Явление в среднем (в большинстве лет) не происходит (не характерно);

² Среднее значение из дат состоявшихся не характерных явлений;

³ Самая поздняя дата из состоявшихся не характерных явлений.

Примечание. Здесь и во всех таблицах ниже НБ — явления не было (не произошло).

Груз утонул, а людей благополучно подняли на борт. Начальник 10-й САЭ М.Е. Острекин принял решение разгрузку прекратить, а на будущую экспедицию подобрать новое место для выгрузки. Такое место было выбрано в бухте Сибирячка. Небольшая высота барьера (4—6 м) и глубина более 10 м около него гарантировали успешную разгрузку любых тяжеловесов. Однако в связи с тем, что бухта Сибирячка удалена на 15 км от станции, разгрузка судов продолжилась у «причала № 1».

К 1977 г. отступление края материкового оледенения на «причале № 1» достигло 200 м, ледяная стена из прямой стала вогнутой и глубина вдоль нее не везде была гарантированно больше 10 м. Необходимо отметить, что рейд Молодежной, вообще, богат каменистыми банками, расположение которых относительно места швартовки судна с учетом его возможного отрыва от берега ураганными ветрами представляет серьезную опасность. Поэтому в период первого антарктического рейса в 33-й САЭ НЭС «Академик Федоров» (капитан М.Е. Михайлов) разгружался в районе мыса Гранат, где за зимовку командой во главе с гидрографом А.З. Вайгачевым специально были наморожены кубы льда, являющиеся продолжением мыса и сидящие на грунте на глубине более 11 м. Получился своего рода ледовый пирс-причал. К сожалению, сразу после взлома припай этот причал был разрушен волнением и зыбью. В дальнейшем стоянка НЭС «Академик Федоров» у «причала № 1» с учетом его длины и осадки была признана небезопасной, тогда как НЭС «Михаил Сомов» все же продолжал здесь швартоваться почти ежегодно.

В марте 1991 г., пополняя запасы пресной воды, НЭС «Михаил Сомов» стоял «на упор» у остатков снежника на мысе Гранат. Аналогичную операцию в восточной части бухты Опасная в феврале 1963 г. выполнял д/з «Обь», также работая «на упор» в сохранившийся вдоль берега снежник. Пополнение запасов пресной воды чаще всего производилось судами САЭ в бухте Заря: из озера Чистое на западном берегу бухты либо из озера Благодатное — на восточном ее берегу.

В последние годы работы станции стал использоваться припай в бухте Возрождения, где взлом происходит в последнюю очередь. Иногда припай в бухтах Возрождения и Фрит вообще сохраняется невзломанным — окончательного разрушения припай в заливе Алашеева не происходит (см. табл. 5). Выгрузка на берег через припай осуществляется по плавному спуску-снежнику на мысе Гаудиса.

11.2. СТАНЦИЯ ПРОГРЕСС

Оазис Холмы Ларсеманн был открыт в феврале 1935 г. экипажем танкера «Торсхавн» норвежской китобойной экспедиции Ларса Кристенсена. По форме оазис напоминает ладонь с растопыренными пальцами — пятью основными скалистыми полуостровами с фьордовыми бухтами между ними (рис. 19). Мористее располагается архипелаг Бёлинген из полусотни мелких островков.

Российские полярники впервые познакомились с этим районом 30 ноября 1956 г. во время рекогносцировочного полета на Ил-12 из Мирного

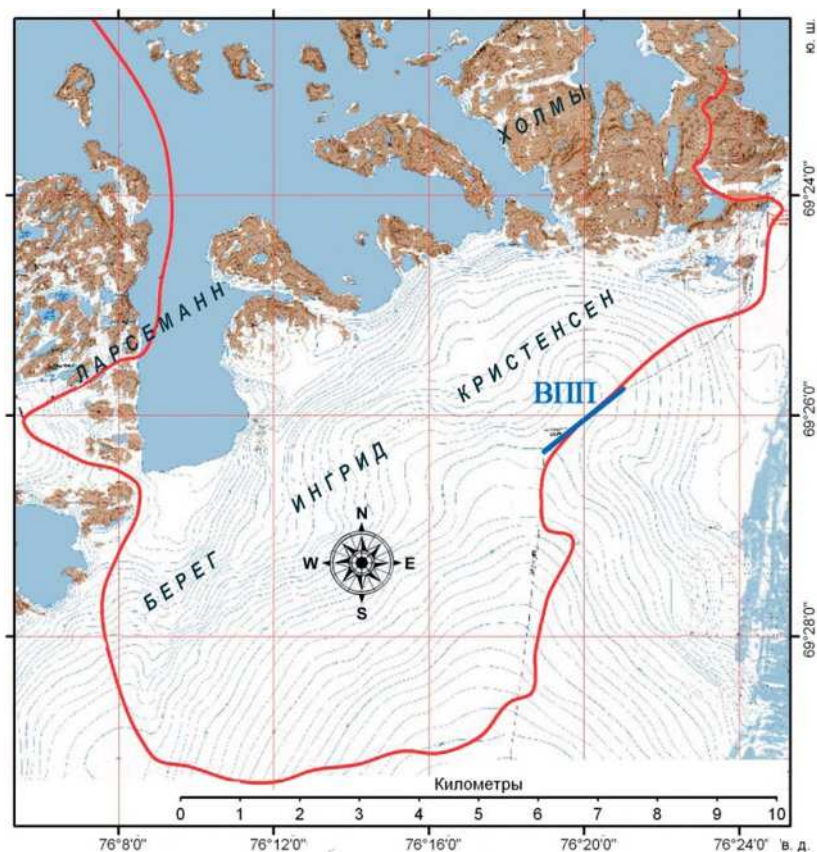


Рис. 19. Схема оазиса Холмы Ларсеманн с трассой Прогресс (п-ов Миррор) — бухта Тала (п-ов Стурнес).

вдоль побережья на запад до меридиана 74° в.д. Как говорят, уже тогда оазис Холмы Ларсеманн в сравнении с Мирным очень приглянулся Е.С. Короткевичу — главному организатору антарктических исследований ААНИИ на протяжении четверти века. В середине февраля 1957 г. крайний западный полуостров Стурнес, самый большой и живописный в оазисе (в настоящее время является заповедным, особо охраняемым природным районом), осматривали ученые из состава Морской экспедиции 2-й САЭ на борту д/э «Лена». При этом было замечено, что у самого восточного полуострова Миррор находится вплотную поджатое к его побережью крупное скопление из пяти больших и множества мелких айсбергов.

Современная главная станция РАЭ Прогресс, была открыта 1 апреля 1988 г. (33-я САЭ). Этому предшествовал рекогносцировочный сезон летом 1987 г., который возглавлял будущий первый начальник станции А.Н. Семенов, сотрудник ПМГРЭ. Вначале станция была организована у основания



Рис. 20. Схема основных четырех водных объектов и используемых для наблюдения за ними на станции Прогресс ледовых пунктов (ЛП).

полуострова Миррор (Прогресс-1). Однако уже на следующий год ее перенесли в северную половину полуострова (Прогресс-2), на место доставки грузов с судов с помощью самоходных барж в небольшую излучину восточного побережья, получившую рабочее название бухта Пляжная. Остальная акватория к востоку от полуострова Миррор южнее широты $69^{\circ}21'$ именуется бухта Восточная (рис. 20). В ее вершине, совсем близко от станции, находится относительно небольшой, но активно выдвигающийся со средней скоростью около 1 м/сут выводной ледник Долк.

Таблица 6.

Сроки наступления основных ледовых фаз в заливе Прюдс в районе станции Прогресс (1987—2020 гг.)

Характеристика	Взлом припая		Очищение		Ледообразование		Образование припая		Замерзание	
	Начало	Окончание	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	15.11.07	26.12.88	09.01.01	19.01.15	18.01.04	13.02.13	16.03.99	16.03.99	22.03.98	22.03.98
Средние	31.12	21.01	31.01	НБ 30.01	26.02	12.03	01.04	02.04	15.04	22.04
Максимальные	03.02.00	21.02.98	28.02.98 НБ	НБ 21.02.08	22.03.08	25.03.07	18.05.07	18.05.07	25.06.07	24.06.07

Таблица 7

Сроки наступления основных ледовых фаз на рейде станции Прогресс в бухте Восточная (1987—2020 гг.)

Характеристика	Взлом припая		Очищение		Ледообразование		Образование припая		Замерзание	
	Начало	Окончание	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	26.12.88	30.12.91	19.01.15	НБ	14.01.01	14.01.01	13.02.08	21.02.17	16.03.99	16.03.99
Средние	16.01	28.01	НБ 08.02	НБ	08.02	15.02	10.03	17.03	07.04	11.04
Максимальные	15.02.91	13.03.17	НБ 10.03.18	НБ	23.02.18	11.03.18	08.04.18	26.04.05	25.05.07	25.05.07

Станция закрывалась на зиму 1990 г., не работала в период 1992—1998, 2001—2002 гг. и окончательно открыта 25 января 2003 г. С обустройством аэродрома на леднике, возведением современного станционного комплекса, включая базу ГСМ, и перебазированием техники СГП из Мирного в начале 2010 г. Прогресс становится в ключевым транспортным узлом по обеспечению внутриконтинентальной станции Восток.

Визуальные ледовые наблюдения производятся в радиусе 30 км с ЛП «Главный», располагающегося в точке с координатами 69° 22,874' ю.ш., 76° 23,191' в.д. на высоте около 61 м по следующим четырем объектам (см. рис. 20).

1. *Залив Прюдс*. Это вся видимая с ЛП «Главный» акватория за островом Геодезистов и к северу от параллели 69° 21' ю.ш. Створ направлен строго на север из ЛП «Главный», начиная с широты 69° 21'. Максимальная дальность видимого горизонта по створу 27 км (примерно до широты 69° 07').

2. *Рейд станции — бухта Восточная*, северная граница (входной створ) которой проходит по параллели 69°21' ю.ш., соединяющей восточную оконечность острова Геодезистов и южную оконечность мыса Стайннес на противоположном берегу бухты. Западной ее границей является прямая линия от восточной оконечности острова Геодезистов до острова Северный у вершины полуострова Миррор. Бухта Восточная включает в качестве подобъектов небольшие бухточки вдоль восточного, станционного побережья полуострова Миррор, которые в бесприпайный период постоянно заняты блокирующей полосой дрейфующего льда и/или айсбергового крошева: Китайская, Бункерная, Пляжная, Обьездная, Сил и Тюленья. Створ «выходит» из ЛП «Главный» на восток-северо-восток (азимут 65°) в направлении южной оконечности мыса Стайннес в месте его пересечения параллелью 69°21' ю.ш. Поэтому ширина объекта «Бухта Восточная» ограничена противоположным берегом и составляет около 8 км.

3. *Пролив (Нелла) между островом Геодезистов и полуостровами Миррор и Брукнес*. Пролив подразделяется на подобъекты «Запад» и «Восток». Створ ориентирован строго с востока на запад от западной стороны острова Северный по параллели 69°22' ю.ш. до северо-западной оконечности остров Входной. Наблюдения выполняются в основном с ЛП «Главный» или «Нелла», а также других мест северо-западного побережья полуострова Миррор.

4. *Бухта Западная (Нелла)*, которая включает в качестве подобъектов Южную, Центральную, Северную части и Горло, а также относительно самостоятельную бухту Ванесса-фьорд. Створ ориентирован поперек бухты, генерально с востока на запад по линии: остров Миниатюрный — остров Ванесса — мыс Ванесса (мыс на противоположном берегу бухты Западная на полуострове Брукнес). Поэтому ширина объекта ограничена полутора километрами. Почти полностью (за исключением восточной части «Горла») бухта просматривается с ЛП «Нелла», располагающегося на возвышенности над косой Биологическая на высоте около 45 м в точке с координатами 69°23,074' ю.ш., 76°22, 384' в.д.

Таблица 8

Сроки наступления основных ледовых фаз в районе станции Прогресс в Проливе (1987—2020 гг.)

Характеристика	Взлом припая		Очищение		Ледообразование		Образование припая		Замерзание	
	Начало	Окончание	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	31.12.01	08.01.01	08.01.01	08.01.01	31.01.06	07.02.10	21.02.16	21.02.16	15.03.13	15.03.13
Средние	26.01	06.02	НБ 12.02	НБ 22.01	03.03	20.03	20.03	20.03	28.03	28.03
Максимальные	21.02.00	24.02.11 НБ	НБ 04.03.00	НБ 06.02.15	23.03.07	23.03.07	14.04.07	14.04.07	14.04.07	14.04.07

Таблица 9

Сроки наступления основных ледовых фаз в районе станции Прогресс в бухте Западная (1987—2020 гг.)

Характеристика	Взлом припая		Очищение		Ледообразование		Образование припая		Замерзание	
	Начало	Окончание	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	31.12.08	21.01.06	31.01.15	31.01.15	23.01.19	23.01.19	05.02.12	05.02.12	10.02.12	10.02.12
Средние	21.01	НБ 30.01	НБ 12.02	НБ 05.02	07.02	09.02	16.02	28.02	19.03	20.03
Максимальные	05.02.09	НБ 04.02.08	НБ 20.02.01	НБ 09.02.08	16.03.15	16.03.15	04.04.17	04.04.17	09.04.05	09.04.05

Особенностью ледового режима бух. Восточная является то, что она почти никогда полностью не очищается (табл. 7). В бесприпайный, летне-осенний период вдоль всего западного (станционного) побережья бухты постоянно сохраняется полоса сплоченного льда и удерживающих его айсбергов. В редкие аномально теплые летние сезоны морской лед может даже полностью вытаять, но полоса все равно сохраняется, будучи представлена уже только глетчерным льдом — айсберговым крошевом в виде окатышей диаметром в среднем около 20 см.

Однако решающим обстоятельством, безусловно, является большая «замусоренность» айсбергами примерно полукилометровой зоны прибрежного мелководья, которое оконтуривается изобатой 150 м. Сразу вслед за ним, как нигде более в Антарктике близко от станционного берега, располагается внутришельфовый глубоководный желоб, который является продолжением русла выводного ледника Долк.

Айсберги, как правило, выстраиваются двумя рядами. Мелкие айсберги, их куски и обломки располагаются непосредственно под берегом. Крупные айсберги преобладающим размером 500—1000 на 300—800 м и высотой 40—60 м находятся на расстоянии всего 300—500 м от станционного побережья, подсаживаясь на грунт на западном склоне желоба. Они прижимаются к полуострову Миррор как преобладающим восточным ветром, так и под воздействием силы Кориолиса. Наряду с местнорожденными айсбергами с характерной для выводных ледников куполообразной формой и испещренной трещинами вершиной здесь часто появляются принесенные столообразные айсберги шельфовых ледников.

Желоб, глубина которого в его южной части между полуостровом Миррор и скалистым островком Далкой в бухте Восточная превышает 980 м, по-видимому, насквозь рассекает прибрежную шельфовую зону и на северо-западе сообщается с котловиной Эймери. Благодаря этому бухта Восточная даже зимой достижима для длиннопериодных волн: приливных, барических и цунамигенного происхождения. Так, 8 октября 2005 г. в Кашмире (Пакистан) произошло землетрясение силой около восьми баллов — крупнейшее в Южной Азии за последние 100 лет. А уже к утру следующего дня, 9 октября, при наличии более чем 1000-километрового ледового пояса и неразвитой стационарной полыни в заливе Прюдс, а также при абсолютно штилевых погодных условиях вдоль всего побережья полуострова Миррор возникла сплошная ледяная стена — гряда торосов высотой до пяти метров. Поэтому ледник Долк подвержен разрушению в любое время года, а не преимущественно летом в период открытой воды, в отличие от большинства других районов Антарктики.

Рождение айсбергов носит спонтанный характер. У ледника Долк отелы либо могут происходить ежегодно по несколько сравнительно небольших айсбергов, либо может совершаться один крупный откол, после которого наступает период относительного «затишья». Последний такой

откол состоялся 25 января 2003 г., когда от ледника Долк отделился его суперязык, разросшийся за 15 лет до размеров полуострова Миррор (3 км) по оси желоба между $76^{\circ} 28'$ и $76^{\circ} 29'$ в.д. Айсберг-гигант разделился затем на семь крупных и массу мелких айсбергов, их обломков и кусков.

«Коварство» местнорожденных айсбергов заключается в изначальной подготовленности их к разрушению из-за очень сильной трещиноватой расчлененности на блоки верхней части выводного ледника Долк. Любые подвижки айсбергов, особенно в период сизигийных приливов или резких перепадов температуры воздуха, могут приводить к обрушению их надводных частей и последующему переворачиванию, которые сопровождаются возникновением разрушительных ледовых волн. Эти волны взламывают припай и выбрасывают на берег на расстояние до 100 м ледяные глыбы массой 15—20 т.

Местнорожденные и проникавшие по желобу приносные айсберги прежде в периоды «затишья» неизбежно выносились из бухты Восточная на запад Прибрежным течением. В результате с берега бухты Пляжная летом обычно открывалась панорама акватории с находящимся в дрейфе обе-



Рис. 21. Катастрофическое увеличение числа айсбергов в бухте Восточная за 25 лет после организации станции Прогресс.

а) вид на бухту Восточная из бухты Пляжная, 15 февраля 1988 г. (на рейде — д/э «Витус Беринг»); б) то же, 10 апреля 2013 г.; в) айсберговая обстановка в бухте Восточная при сливе топлива с НЭС «Академик Фёдоров», 21 декабря 2012 г.

спечаивающим судном (рис. 21 а). Однако с 2005 г. число айсбергов здесь стало заметно увеличиваться. Первопричиной, очевидно, стало выдвижение к этому времени фронта шельфового ледника Эймери примерно на 50 км по сравнению с его положением после грандиозного откола (11 тыс. км²) зимой 1964 г., когда ледниковый барьер протяженностью 150 км отступил на 50—70 км (Леденов, Евдокимов, 1965). Реставрация конфигурации ледника Эймери не могла не затруднить адвекцию на запад влекомых Прибрежным течением льда и айсбергов, которые стали постепенно накапливаться в вершине залива Приудс. До крайности обострило ситуацию регулярное продуцирование айсбергов ледником Долк примерно в одно и то же время — 22 июня — в период 2009—2012 гг. Слить топливо на новый склад ГСМ станции Прогресс в декабре 2012 г. удалось только благодаря высочайшему мастерству и самоотверженности капитана В.А. Викторова, который с ювелирной точностью провел НЭС «Академик Федоров» к берегу между айсбергами (рис. 21 в).

Однако в 2016 г. случилась настоящая айсберговая вакханалия (Коротков, 2016). В результате многочисленных сходов ледника Долк с февраля по август 2016 г. вся западная половина бухты Восточная оказалась полностью забита айсбергами, их обломками и кусками (рис. 22).

В связи с этим с 2017 г. местом основных грузовых операций на станции Прогресс вместо бухты Восточная (восточный вариант) окончательно становится расположенная в 10 км к западу бухта Тала (западный вариант) (Коротков, Комаровский, 2017), в юго-восточном углу которой оборудуется резервная база ГСМ (рис. 23). Центральный вариант выгрузки по припаю пока ни разу не использовался из-за широких орографических трещин между островами архипелага Бёлинген, возникающих уже ранней весной.

Бухта Тала выгодно отличается от бухты Восточная более спокойным в динамическом отношении режимом и почти полным отсутствием айсбергов. Немногочисленные местнорожденные айсберги всегда выносились из бухты. Сама бухта представляет собой глубокий (глубиной до 400 м) фьорд размером 3,5 × 1,5 км, в течение почти всего года скованный преимущественно однолетним припаем. Он взламывается и выносится обычно в середине февраля, а к концу марта устанавливается вновь. Однако толщина



Рис. 22. Айсберговая обстановка в бухте Восточная 13 декабря 2016 г.

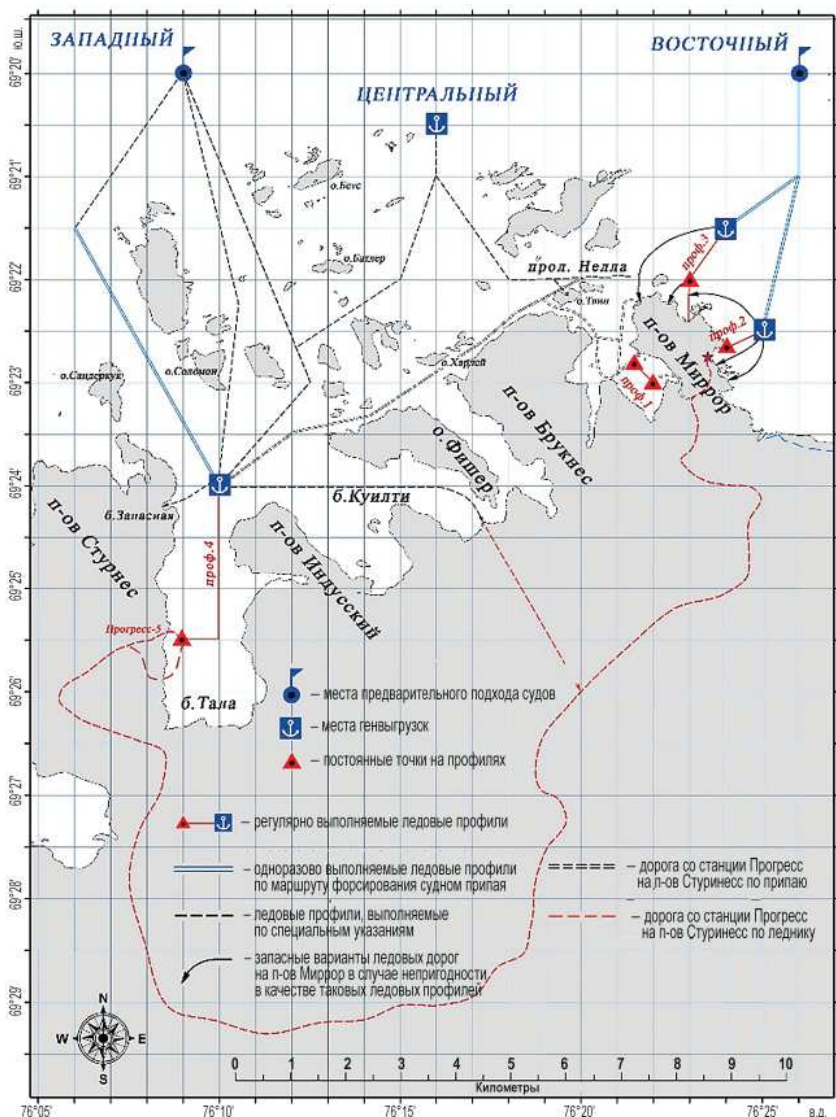


Рис. 23. Схема практикуемых вариантов генвыгрузки на станции Прогресс.

местного припая к концу ноября в среднем не превышает 135 см (в отдельные годы 120 см), т. е. на 20 см меньше, чем в бухте Восточная. Это во многом связано с высокой заснеженностью припая — в среднем до 30 см, а у наветренного восточного берега полуострова Стурнес до 60—80 см, с развитием под снегом морениц, что затрудняет выезд на берег. Летом 2014 и 2020 гг. припай в юго-западной половине бухты Тала сохранился не взломанным.

11.3. СТАНЦИЯ МИРНЫЙ

Бывшая обсерватория расположена на четырех обширных выходах скальных пород — сопках Комсомольская, Радио, Моренная и Ветров, которые являются вершинами островов, спаянных материковым оледенением. Ложе ледника между этими сопками лежит на глубине 20—60 м. Ледниковый покров в районе Мирного малоподвижен. Сооружения на его поверхности смещаются на запад, северо-запад со скоростью около 0,25 м/год.

Край материкового оледенения в начале работ САЗ в 1956 г. находился значительно мористее. За прошедший период наблюдалась его устойчивая деградация, особенно на участке сопка Моренная — сопка Ветров, где барьер отступил более чем на 200 м. Отступление покровного оледенения привело к увеличению высоты барьера с 12—20 м в 1956 г. до 35—40 м к настоящему времени. При этом край ледника, представляющий собой чередование ледниковых мысов и бухт, почти повсеместно опирается на подводные каменистые банки и скалы, обнажающиеся при отливе. Поэтому если в 1956—1960 гг. была возможность швартоваться к барьеру либо работать «на упор», то сейчас в случае отсутствия снежников это крайне опасно, а зачастую просто невозможно. Дно на рейде Мирного скалистое — якорь держит плохо, особенно в «оврагах» проходов Обь и Лена с глубиной свыше 100 м. Скорость приливных течений в этих узкостях достигает 1,5 узла.

Ледовые наблюдения вплоть до 21 июня 2020 г. производились с ЛПП, располагавшегося на балконе второго этажа служебно-жилого дома № 2 на сопке Радио, который был уничтожен пожаром. Объектом ледовых наблюдений является залив Трёшникова (море Дейвиса) в районе станции от берега до видимого горизонта в радиусе около 30 км. Направление створа — на север от мыса Мабус.

Постоянная ледовая точка (ПЛТ) располагается примерно на расстоянии 100 м к востоку-северо-востоку от мыса Мабус. Ледовый профиль начинается в ПЛТ и ориентирован на остров Фулмар (азимут 330°), протяженность 1200 м, расстояние между 13 точками измерений 100 м. Неподалеку, в проходе Обь, находится постоянная гидрологическая точка (ПГТ) регулярного зондирования водной толщи до глубины 120 м (рис. 24).

Генвыгрузка производилась почти исключительно через припай с единственным в настоящее время выездом на берег по снежнику на мыс Мабус. Бульдозером с окрестностей сюда дополнительно сгребался снег, его уплотняли с использованием утяжеленной волокуши и трамбовали трактором-болотоходом или тягачом, стараясь посадить основание спуска-снежника на грунт.

Наиболее часто использовавшейся ледовой дорогой по припаю для тяжеловесов была трасса в обход системы стационарных трещин, которые окаймляют архипелаг островов Хасуэлл. Для этого судно форсировало припай в район острова Адамс, откуда выгруженные тяжеловесы следовали

Сроки наступления основных ледовых фаз в районе станции Мирный
(залив Трёшников) в 1956—2020 гг.

Характеристика	Взлом припая		Очищение		Ледообразование		Образование припая		Замерзание	
	Начало	Окончание ¹	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	31.10.18	15.12.78	17.12.76	17.12.76	26.02.02	26.02.02	08.03.79	10.03.83	16.03.13	28.03.08
Средние	23.12	01.02	12.02	НБ 01.02	11.03	12.03	30.03	02.04	14.04	17.04
Максимальные	10.03.02	09.03.60 НБ	30.03.91 НБ	НБ 15.02.80	23.03.85	23.03.85	18.04.80	02.05.57	10.06.18	10.07.12

¹ На рейде Мирного.

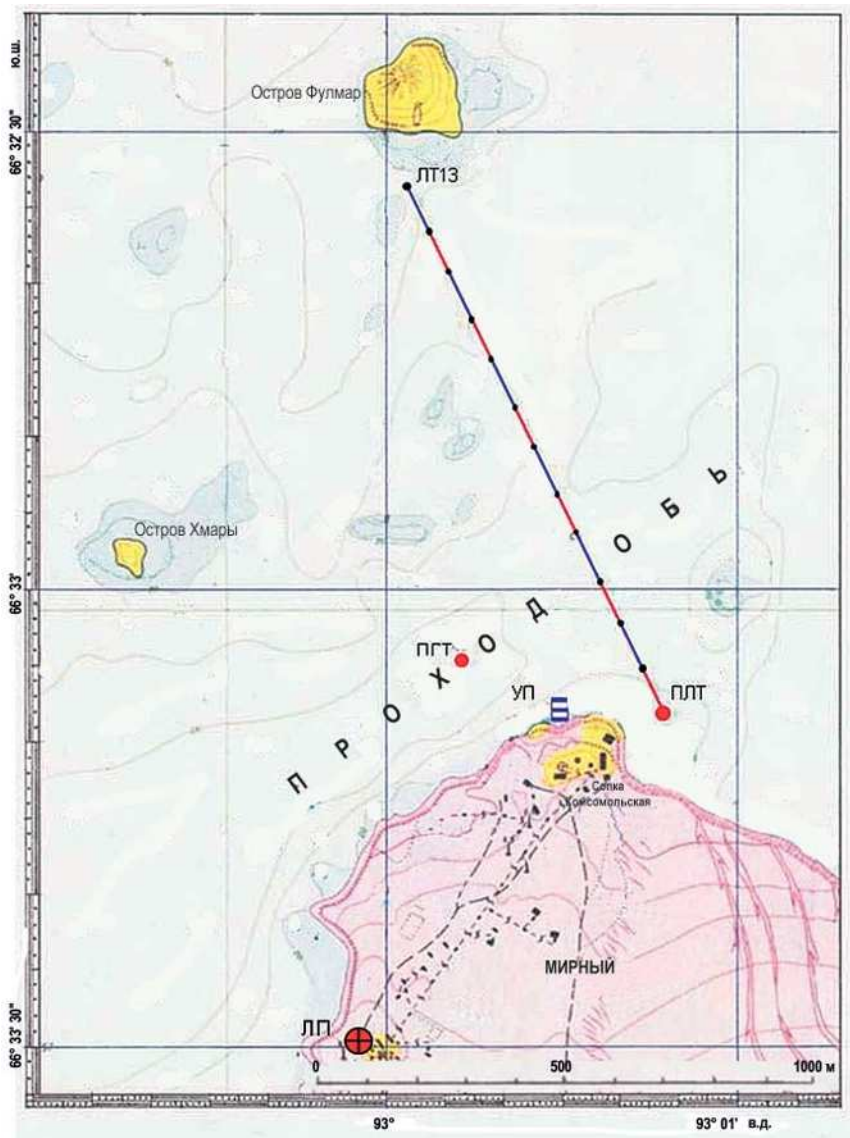


Рис. 24. «Вековой» профиль на рейде Мирного с ежемесячными измерениями параметров припая, который выполняется с 1956 г.

по припаю по предварительно обследованной трассе вначале генерально на юг к фронту ледника Анненкова, а затем на расстоянии 2—4 км от него поворачивали на восток, где трещины от островов Хасуэлл выклиниваются. Далее трасса проходила на удалении около 1 км от берега по проливу Лена до въезда на мыс Мабус.

11.4. БАЗА ОАЗИС БАНГЕРА

Организация и обеспечение работ в оазисе Бангера всегда осуществлялась с помощью авиации: из Мирного (станция Оазис в 1956—1958 гг.) либо с судна из юго-восточного угла залива Трёшников на расстоянии до 300 км. Это связано с наличием в море Моусона напротив ледника Шеклтона локального массива, особенно трудно проходимого при нахождении на бровке шельфа перекрывающего стрежень ПАТ ледяного острова Победа — айсберга, который представляет собой периодически откалывающийся язык выводного ледника Денмена в бухте Малыгинцев.

В отсутствие этого айсберга в начале января 1948 г. к куполу Милл подходил американский л/к «Эдисто», который во время операции «Уинд-милл» около недели находился здесь у кромки многолетнего припая со стороны бухты Миловзорова с целью рекогносцировки оазиса, обнаруженного летчиком Бангером во время операции «Хайджамп» летом 1947 г. (Трёшников, 1963). Второй, восточный промерный галс, ведущий к куполу Боумен на навигационной карте № 41150, очевидно, сделал л/к «Бертон Айленд» в январе 1958 г., посещавший станцию Уилкс в бухте Винсенс. Только спустя почти 30 лет, в начале января 1986 г., также в отсутствие исчезнувшего к тому времени ледяного острова Победа в вершину бухты Малыгинцев практически беспрепятственно прошло австралийское экспедиционное судно «Нелла-Дан».

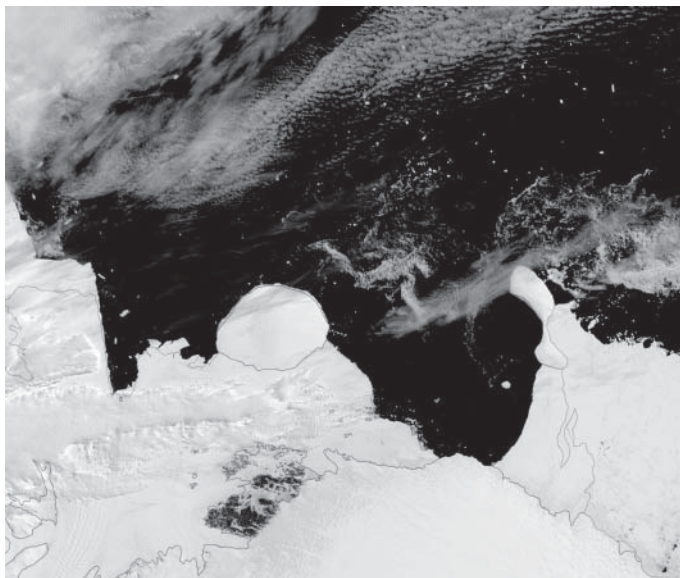


Рис. 25. Легкий тип ледовой обстановки в районе оазиса Бангера на снимке за 14 февраля 2018 г. по данным [nasa-worldview.tif-ACDSeeQuickView](#).

В левой части снимка с краю виден уже достигший критических размеров суперязык выводного ледника Денмена — потенциальный остров Победа-3.

В тот год сложилась редко наблюдаемая очень легкая ледовая обстановка, когда в бухтах Малыгинцев и Миловзорова по обе стороны от купола Милл развиваются стационарные полыньи, настолько обширные, что они разрывают изнутри внешний пояс дрейфующих льдов и свободно сообщаются с открытым океаном (рис. 25). Однако уже осенью 1986 г. начальник научно-технической службы (нтс) НЭС «Михаил Сомов» Ю.Н. Хромов обнаружил, что на смену острову Победа пришел остров Победа-2, отколовшийся в 1984 г. И летом 1987 г. здесь складывается тяжелый тип ледовых условий, когда полыньи отсутствуют, бухты Малыгинцев и Миловзорова полностью скованы припаем, пояс дрейфующих льдов сложен и поджат на западе к припайному выступу, который венчает остров Победа-2. В результате пятилетний цикл комплексных географических исследований в сезоны 32—36-й САЭ начинается с вызволения «Михаилом Сомовым» из ледового плена судна «Нелла-Дан», собиравшегося повторить свой прошлогодний успех и застрявшего сразу по входе в дрейфующий лед вблизи его кромки.

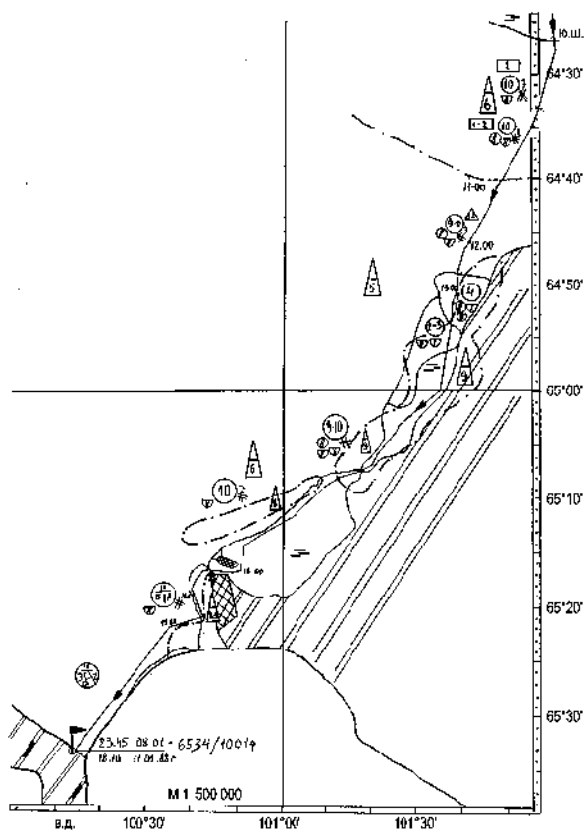


Рис. 26. Маршрут плавания НЭС «Академик Фёдоров» и ледовые условия в бухте Малыгинцев в начале января 1988 г.

В последующие 30 лет преобладал средний тип ледовых условий, при котором стационарная полынья развивается летом в одной из бухт, тогда как другая продолжает оставаться скованной припаем. Наилучший вариант следования в стационарную полынью бухты Малыгинцев как оптимальное место базирования при разворачивании и сопровождении сезонных работ в оазисе на минимально возможном вертолетном плече около 80 км использовал в первом рейсе НЭС «Академик Федоров» капитан М.Е. Михайлов (рис. 26). Он фактически повторил маршрут л/к «Эдисто» по разрежениям и разводьями в динамической «тени» стационарной гряды айсбергов, застрявших на подводном продолжении купола Милл в северо-восточном направлении. На гряде опирается западная кромка припая бухты Миловзорова. Летом 2018 г. этим маршрутом успешно воспользовался капитан НЭС «Академик Федоров» О.Г. Калмыков.

11.5. СТАНЦИЯ НОВОЛАЗАРЕВСКАЯ

Станция Новолазаревская расположена на расстоянии 80 км от ледникового побережья залива Ленинградский в оазисе Ширмахера. Поэтому ее снабжение осуществляется комбинированно: вертолетами — «теплый» груз и персонал, а ГСП по леднику — транспортная техника, габаритные грузы, ГСМ.

Край материкового оледенения в южной части залива Ленинградский во многих местах имеет удобную высоту для швартовки судна, а также много пологих снежников в период существования припая. Береговая база сначала — с декабря 1960 г. до марта 1969 г. — располагалась в месте под названием «Рубеж», где в дальнейшем была организована береговая база индийской станции Мэйтри (70° 04,8' ю.ш., 12° 24,5' в.д.). Однако данному месту свойственны отколы барьера длиной до 1,5 км и шириной около 0,5 км. Так, В.Г. Аверьянов после последнего осеннего похода на «Рубеж» 16 апреля 1963 г., придя туда весной 21 ноября 1963 г., обнаружил откол шельфового ледника размером 1500 × 500 м. После вынужденной выгрузки здесь НЭС «Академик Федоров» в начале апреля 2012 г. аналогичный откол (1350 × 360 м) произошел предположительно 18 апреля 2012 г.. Поэтому «Рубеж» можно использовать лишь эпизодически в случае крайней необходимости, оттаскивая грузы на расстояние не менее чем на 1 км от барьера.

В марте 1969 г. начальник станции 14-й САЭ Г.Н. Сергеев обнаружил в районе «Рубежа» серию трещин вдоль барьера и предложил перенести выгрузку на мыс Острый — вершину безымянного ледникового полуострова на 12° в.д. Однако и этот полуостров в последующем стал растрескиваться, и с 1986 г. место выгрузки судов РАЭ было перенесено еще дальше на запад, в вершину бухты Белая (70° 03' ю.ш., 11° 35' в.д.) с очень удобным низким барьером высотой около 6 м (рис. 27). В район же мыса Острый после вышеуказанного откола «Рубежа» в апреле 2012 г. переместилось место выгрузки судов, снабжающих станцию Мэйтри — это так называемая бухта Индия (рис. 28), которая образовалась в результате раскола «тела» ледникового полуострова.



Рис. 27. Действующая береговая база станции Новолазаревская в конце марта 2013 г.



Рис. 28. НЭС «Академик Фёдоров» у мыса Острый в бухте Индия
(25 марта — 2 апреля 2018 г.).

При стоянке у ледникового причала основными помехами являются океанская зыбь, часто достигающая берега в феврале — марте, и длительные периоды плохой погоды, особенно в апреле, с ураганными ветрами и ограниченной видимостью, продолжительность которых достигает 6—14 суток. Судно может быть сорвано со швартовых с весьма значительными повреждениями корпуса. Во избежание этого суда вынуждены отходить для штормования в стационарную полынью залива Ленинградский либо пытаться стоять «на упор» носом на ветер у невысокого ледникового барьера шельфового ледника Лазарева.

Практически непреодолимым препятствием на пути к ледниковому барьеру является местный припай в случае сохранения его не взломанным (2000, 2011—2012, 2014 и 2019 гг.). Причина заключается в аномальном увеличении толщины однолетнего припая (до двух метров и более) в районе Новолазаревской (Дубровин, 1962, Леденев 1964) из-за интенсивного внутриводного ледообразования (Черепанов, Козловский, 1973а), обусловленного, по-видимому, подледниковым пресноводным стоком эпишельфовых озер оазиса Ширмахера (Сергеев, 1977). Поэтому заход на Новолазаревскую всегда оставляют на конец навигации (конец марта — начало апреля), стараясь дожидаться разрушения остаточного припая.

11.6. СТАНЦИЯ БЕЛЛИНСГАУЗЕН

Визуальные ледовые наблюдения выполняются от станционной кают-компания. Объектом наблюдений является бухта Ардли с внешней, мористой границей по входному створу мыс Саффилд — мыс Пингвинов. Направление створа — из вершины бухты по ее осевой линии длиной 2 км строго на восток по параллели 62° 12' ю.ш.

Постоянная точка (ПТ) располагается неподалеку от рейдовой стоянки баржи «Амдерма» в юго-западной части вершины бухты Ардли, напротив отдельно стоящей скалы, на удалении примерно 150 м от берега над локальной котловинкой с глубиной около 21 м (62° 12,04' ю.ш. 58° 57,42' з.д.). Ледовый профиль длиной 1,1 км с измерениями через 100 м выполняется только в случае полного замерзания бухты Ардли. Он ориентирован из ПТ на ВСВ (азимут 80°) примерно в точку 62° 12,00' ю.ш., 58° 56,22' з.д., которая находится в створе скала Швартовая — мыс Луис (убежище Бальве).

Северная, глубоководная часть пролива Брансфилд вдоль южного побережья Шетландских островов, очевидно, подвержена сильному влиянию уэдделломорских вод, в том числе шельфовых вод с экстремальными температурно-соленостными характеристиками ($T < -1,8^{\circ}\text{C}$, $S > 34,5\text{ ‰}$). Поступление их в холодный период года, наряду с приносимыми льдами и айсбергами из моря Уэдделла, резко активизирует процессы местного ледообразования. В итоге интенсивность затока уэдделломорских вод и льдов напрямую определяет продолжительность и суровость ледового периода в районе станции Беллинсгаузен. Данный заток, отчетливо видимый на

Сроки наступления основных ледовых фаз в районе станции Беллинсгаузен в бухте Ардли (1968—2020 гг.)

Характеристика	Ледообразование		Образование припая		Замерзание		Взлом припая		Очищение	
	Начало	Окончание	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	11.03.68	31.03.69	01.04.69	01.04.69	10.05.70	10.05.70	07.06.85	03.07.85	15.07.85	15.07.85
Средние	11.05	08.06	09.06	20.06	07.07	02.07	14.09	11.10	17.10	30.10
Максимальные	02.09.89	24.08.96 НБ	03.09.89 НБ	25.09.02 НБ	29.08.14 НБ	23.08.74 НБ	20.11.80	02.01.81	03.01.81	03.01.81

рис. 6, представляет большую опасность в, казалось бы, безобидном субантарктическом районе Южных Шетландских островов.

19 мая 1991 г. НЭС «Михаил Сомов» (капитан Ф.А. Песьяков, начальник нтс Ю.Н. Хромов) подошло к острову Кинг-Джордж. Грузовые операции выполнялись в бухте Эскури (залив Адмиралти) и бухте Ардли (залив Максвелл). 25—26 мая разыгрался шторм. Во избежание осложнений (судно могло сорваться с якоря и сдрейфовать на камни, а также быть закупорено льдом в заливе Максвелл) НЭС «Михаил Сомов» вышло из бухты Ардли в пролив Брансфилд. К этому времени сюда уже поступил тяжелый старый лед из моря Уэдделла. Судно находилось на выходе из залива Максвелл и боролось против дрейфа напирającego толстого льда, чтобы не быть прижатым к берегу или выброшенным на прибрежные камни. В условиях крайне неустойчивой погоды грузовые операции продолжили с помощью вертолетов, используя под ВПП низкие айсберги или многолетние ровные льдины.

Ледовая обстановка была очень сложная. Вдоль берега происходило сильное сжатие. Сплошной ледяной покров состоял из многолетнего битого льда, обломков полей и сморози с молодым и однолетним сильно наслоненным тонким льдом. Торосистость старого льда достигала трех баллов. В массиве отчетливо выделялись возвышенные ровные многолетние льдины толщиной до 5 м, а также наблюдалось много низких айсбергов и их обломков. В таком льду НЭС «Михаил Сомов» едва могло продвигаться ударами, причем только при временном прекращении сжатия.

С 1 по 3 июня под действием западного штормового ветра развился интенсивный дрейф вдоль южного берега острова Кинг-Джордж со скоростью около одного узла. Этим дрейфом НЭС «Михаил Сомов» было вынесено на восток за мыс Мелвилл — в пролив Лопер, где лед находился на расплыве. Судно наконец получило активное движение и, маневрируя, 4—6 июня продолжило грузовые операции вертолетами, подбирая под ВПП многолетние льдины или низкие айсберги. Удаление от станции увеличилось до 45 миль. 7 июня полеты были продолжены из пролива Дрейка, куда судно перешло в ночь с 6 на 7 июня. 9 июня снабжение станции Беллинсгаузен завершилось. Столь длительная задержка на станции Беллинсгаузен в известной степени предопределила попадание НЭС «Михаил Сомов» спустя месяц в полугодовой ледовый плен в районе АМЦ Молодежная.

Схожим образом развивались события в 2012 г. Экстремально рано (5 апреля) в бухту Ардли стал поступать старый лед из «тела» аномально разросшегося Атлантического массива, который уже к концу марта достиг Южных Оркнейских островов и угрожающе навис с востока над проливом Брансфилд. Этот лед толщиной от 3 до 5 м и заснеженностью от 1 до 1,5 м на следующий день полностью заполнил бухту, чего прежде никогда не происходило (рис. 29). В результате попали в ледовый плен бразильская моторная яхта, которая затонула, и станционная баржа «Амдерма», освобожденная из льда благодаря самоотверженным действиям зимовщиков



Рис. 29. Бухта Ардли, блокированная старым льдом из моря Уэдделла 6 апреля 2012 г. (фото А.В.Воеводина).

57-й РАЭ. НЭС «Академик Федоров» (капитан И.Ю. Стецун) с большим трудом удалось слить на станцию топливо.

11.7. БАЗА ЛЕНИНГРАДСКАЯ

Станция была открыта 25 февраля 1971 г. и законсервирована 31 марта 1991 г.

Визуальные ледовые наблюдения выполнялись с ЛПП, располагавшегося ближе к вершине нунатака около геодезического знака «Никитович» на расстоянии 0,6 км от метеоплощадки и 2,7 км от береговой черты. Высота ЛПП в месте установки металлического столика 315,35 м над уровнем моря, дальность видимого горизонта 68,5 км, объект наблюдений море Сомова. Измерения параметров припайного льда выполнялись по возможности в ПТ неподалеку от берега.

Ледовый режим прибрежной акватории моря Сомова в радиусе около 60 км от станции Ленинградская исключительно своеобразен. Одной из характерных его особенностей является очень раннее начало ледообразования. В большинстве лет оно происходит в середине февраля, а в отдельные годы уже в середине января. Это объясняется в первую очередь ослабленным летним прогревом поверхностного слоя моря из-за постоянного сохранения здесь Балленского ледяного массива. Так, за весь 20-летний период работы станции ни разу не было зафиксировано хотя бы кратковременного полного очищения обсуждаемой акватории. Более того, в среднем до 60 % ее площади к моменту нового ледообразования обычно было занято остаточным дрейфующим льдом, а нередко и припаем, сохранявшимся примерно на 20 % площади к востоку от станции, у барьера шельфового ледника Джиллетт.

Сроки наступления основных ледовых фаз в районе станции Ленинградская (море Сомова) в 1971—1991 гг.

Характеристика	Взлом припая		Очищение от старого льда		Ледообразование		Образование припая		Замерзание	
	Начало	Окончание	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	01.09.89	06.02.80	08.03.80	НБ	17.01.91	20.01.74	18.01.90	18.01.90	30.01.90	24.04.82
Средние	30.10	НБ 12.03	НБ	НБ	15.02	26.02	23.03	12.04	29.04	30.07
Максимальные	19.12.80	НБ 30.03.86, 30.03.87	НБ 14.5.81	НБ	15.04.83	15.04.83	11.05.79	12.05.81	03.09.83 НБ	15.10.81 НБ

Вместе с тем непосредственно вдоль ледниково-припайного побережья между меридианами 158 и 160° в.д. в январе — феврале существует преимущественно сплошная полынья общей площадью до 1,5 тыс. км². Она состоит из двух полыней: абсолютно устойчивой С-полыни ледника Томилина и преимущественно заприпайной Дд-полыни района станции (см. приложение 3). Объединенная полынья имеет клинообразную форму, при которой ее ширина на западе, за выводным ледником Томилина (за островами Полярной авиации), достигает в среднем 30 км, а напротив станции составляет около 10 км и сокращается до нуля у кромки припая вблизи меридиана 160° в.д. Собственно, в полынье и развивается необычно раннее даже для Антарктики интенсивное ледообразование, которое поначалу происходит только в ночные часы за счет радиационного выхолаживания. Можно предположить также, что этому способствует сильное местное распреснение шельфовой зоны из-за сброса по руслам многочисленных выводных ледников данного района большого объема вод подледникового таяния.

Формирование нового припая, напротив, начинается довольно поздно, в середине апреля, спустя примерно два месяца с начала ледообразования. При этом разрастание припая прерывается частыми подламываниями его прикромочной области. В результате припай достигает максимальных размеров зачастую только к концу июля, когда окончательно замерзает полынья ледника Томилина. Ширина оформившейся сплошной полосы припая колеблется в течение августа в пределах 50—60 км. За припаем находится сплошной дрейфующий лед сплоченностью 10 баллов. Однако уже в сентябре нередко начинается необратимое подламывание кромки припая, а в конце октября — начале ноября обычно происходит полное разрушение его крайнего западного участка за ледником Томилина. Здесь на месте взломанного и вынесенного припая вновь возникает соответствующая стационарная полынья, размер которой в среднем составляет 20 × 15 км. Поверхность ее поддерживается свободной от льда отжимными стоковыми ветрами. Взлом основной припайной полосы к востоку от станции, сочетающийся с разрастанием стационарной полыни, растягивается, как правило, до конца марта следующего года. В период 1971—1979 гг. процесс взлома не завершался окончательным разрушением припая. Сохранявшийся непосредственно под станцией и к востоку от нее участок припая протяженностью до 70 км и шириной 10—20 км прочно удерживался скоплением айсбергов, сидевших на прибрежном мелководье. Основу многолетнего припая составлял лед толщиной свыше 10 м, возраст которого в 1971 г. оценивался ориентировочно в 10—12 лет (Черепанов, Козловский, 1973а). В период 1980—1987 гг. припай ежегодно полностью разрушался. С 1988 г. вновь наметилась тенденция формирования в данном районе многолетнего припая.

По данным немногочисленных измерений ординарный припай, образующийся в районе станции Ленинградская в апреле, нарастает к началу декабря в среднем до толщины 1,5 м и отличается повышенной заснежен-

ностью, которая составляет около 50 см. Период его таяния ограничен, очевидно, всего одним месяцем — примерно с середины декабря до середины января. За это время толщина припая уменьшается не более чем на 10 см. Уже в середине января обнаруживается нарастание невзломанного припая. Приращение его, по-видимому, происходит как сверху за счет промерзания в ночные часы нижнего слоя мокрого снега, так и снизу из-за внутриводно-го ледообразования, развивающегося в результате сильного распреснения. В случае сохранения припая на втором году его существования толщина его составляет не менее 2 м и, очевидно, он вообще не подвержен стаиванию.

Подходы к станции блокируются Балленским ледяным массивом. В массиве наблюдается большое число айсбергов, как сидящих на грунте, так и находящихся в дрейфе. В районе станции отмечаются очень сильные ветры: так, например, в июле 1989 г. была зарегистрирована скорость ветра 78 м/с. Резко изменяющаяся синоптическая ситуация вызывает неожиданные изменения ледовой обстановки с образованием как зон разрежений, так и зон сильного торошения и сжатия дрейфующего льда. Нередко это сопровождается взломом многолетнего припая толщиной более трех-четырех метров, вызванным приходящей океанской зыбью, возникающей в тылу циклона, проходящего мористее.

Неоднократное обследование береговой черты с борта экспедиционных судов не обнаружило здесь участков барьера, пригодных для проведения грузовых операций. Лишь непосредственно к востоку и западу от нунатака, на котором расположены постройки станции в 16-й и 17-й САЭ, имелись участки невысокого барьера, на которые после наведения мостов через трещины шириной 3—6 м доставлялась транспортная техника.

В основном обеспечение станции производилось вертолетами либо самолетами Ан-2 с кромки припая различного возраста, сформировавшегося между восточным краем ледника Томилина и побережьем. Успешно использовались для выгрузки айсберги, как сидящие на мели, так и дрейфующие. В период 31-й САЭ НЭС «Михаил Сомов» (капитан Ф.А. Песьяков) при снабжении станции трижды швартовался к айсбергам, продрейфовав с одним из них на запад от траверза мыса Третьякова до островов Полярной авиации.

Во время сильных ветров хорошо отстаиваться в стационарной полынье за ледником Томилина, упервшись носом в барьер или держась носом на ветер вблизи барьера. В этом случае судно не сдрейфует далеко на запад, в непроходимые льды. Указанная полынья также часто использовалась для выхода со станции после завершения грузовых операций.

11.8. БАЗА РУССКАЯ

Место для станции было подобрано в 17-й САЭ с д/з «Обь» (начальник экспедиции Е.С. Короткевич, капитан С.И. Волков, начальник морского отряда В.Н. Ботников, океанолог Е.Б. Леонтьев) в период 4—12 марта 1972 г. На следующий год была предпринята попытка организации станции (начальник станции В.М. Пигузов) с д/з «Обь» (капитан С.И. Волков, начальник морского отряда Е.Б. Леонтьев) в период 17 февраля — 2 марта

1973 г. На длинном плече 115 км выполнили четыре рейса вертолетами и один самолетом Ан-2. На мысе Беркс были установлены три домика ПДКО, в одном из которых оставлена радиостанция РСБ-70 и немного продовольствия, выгружено также 12 бочек керосина. Поднят государственный флаг СССР и передана метеосводка. 1 марта в связи с тяжелыми ледовыми условиями руководством ААНИИ и ГУГМС принято решение о консервации станции. Далее, после захода в Литтелтон, в Балленском массиве у станции Ленинградская в период с 23 апреля по 22 июля 1973 г. «Обь» попала в вынужденный дрейф.

Станция Русская была открыта в 25-й САЭ (начальник экспедиции Н.А. Корнилов) 9 марта 1980 г. с подошедшего 27 февраля д/э «Гижига» (капитан Ю.Д. Утусиков, начальник морского отряда Е.Б. Леонтьев, начальник станции В.М. Степанов). В 30-й САЭ (начальник экспедиции Д.Д. Максutow) при обеспечении станции здесь в период 15 марта — 26 июля 1985 г. попало в вынужденный дрейф НЭС «Михаил Сомов» (капитан В.Ф. Родченко, начальник морского отряда И.В. Чугуй). В 35-й САЭ (начальник экспедиции В.М. Пигузов) 12 марта 1990 г. станция была закрыта из-за тяжелых ледовых условий и потери одного из двух вертолетов Ми-8 на НЭС «Михаил Сомов» (капитан М.С. Калошин, начальник морского отряда А.М. Козловский).

В последующие 30 лет станция Русская посещалась пять раз: НЭС «Академик Федоров» 1 февраля 1993 г. (начальник экспедиции Б.А. Крутских, капитан М.Е. Михайлов, начальник морского отряда А.М. Козловский), 3—10 февраля 2008 г. (начальник экспедиции В.Л. Мартянов, капитан М.С. Калошин), 23—25 января 2010 г. (начальник экспедиции Л.С. Алексеев, капитан В.А. Викторов), 10—14 февраля 2014 г. (начальник экспедиции В.А. Бондарчук, капитан М.С. Калошин) и НЭС «Академик Трёшников» 10—26 февраля 2020 г. (начальник экспедиции В.Л. Мартянов, капитан Д.А. Карпенко). Трижды — в 1988, 1993 и 2020 гг. — в условиях отжатого от побережья ледового пояса использовался самый оптимальный маршрут подхода к станции с запада, из стационарной полыньи моря Росса. При этом в 1988 и 1993 гг. плавание осуществлялось М.Е. Михайловым транзитом — с выходом на восток под мысом Дарт, по хорошо развитой стационарной полынье залива Ригли. Этот восточный маршрут выхода (подхода) к Русской впервые был применен НЭС «Михаил Сомов» (капитан Ф.А. Песьяков, начальник нтс Ю.Н. Хромов) на выходе 13—16 марта 1984 г. Плавание во все другие годы выполнялись по центральному варианту в районе меридиана 135° з.д.

Район мыса Беркс представляет собой прямоугольный скалистый полуостров, берега которого сложены двумя меридионально вытянутыми холмистыми грядами мелкосопочника с ледником посередине. Северная оконечность западной гряды — собственно мыс Беркс, восточной — мыс Роуз (совр. мыс Верледжер). Между ними находится не ярко выраженная излучина, получившая рабочее название бухта Восточная, вдающаяся в берег примерно на 600 м. Берег бухты представляет собой ледниковый барьер высотой около 8 м, но со



Рис. 30. Ледовый пункт станции Русская, 10 февраля 2014 г.

значительном уклоне $15\text{--}20^\circ$ и многочисленными параллельными барьеру трещинами. Кроме того, при отсутствии припая на уровне уреза воды в «теле» барьера развиваются термообразивные ниши, которые приводят к его обрушению при касании штевнем судна. Все это воспрепятствовало швартовке и выгрузке здесь НЭС «Михаил Сомов» (капитан Ф.А. Песьяков), которое однажды (28 февраля 1982 г.) подходило вплотную к барьеру бухты Восточная ($74^\circ 44'$ ю.ш., $136^\circ 53'$ з.д.) в 27-й САЭ (начальник экспедиции Д.Д. Максutow) Подход осуществлялся «на ощупь» с помощью эхолота, глубина колебалась в пределах $25\text{--}35$ м, минимальная глубина составляла 19 м.

Визуальные ледовые наблюдения на станции выполняются с ЛП, находящегося в центре станции на расстоянии 70 м к юго-востоку от метеоплощадки и $2\text{--}3$ км от береговой черты. ЛП оснащен сварными металлическими ориентирным столбом и столом, установленным на высоте $135,3$ м (рис. 30). Объектом наблюдений является акватория Южного океана в районе мыса Беркс от берега до видимого горизонта в радиусе 45 км, направление створа — на северо-запад от ЛП.

Основная постоянная точка (ПТ1) измерений припая располагается в заливе Халл под горой Куб, за приливной трещиной, на расстоянии примерно 100 м на северо-запад от ледникового барьера высотой три-четыре метра. Спуск осуществляется здесь только при наличии снежника. ПТ2 находится в центральной части бухты Восточная на линии, соединяющей юго-западный угол бухты с мысом Роуз. Спуск здесь осуществляется только при наличии снежника или по семиметровой металлической лестнице в углу бухты. Профиль длиной 1 км с измерениями через 100 м начинается в ПТ1 и ориентирован на северо-запад (рис. 31).

Таблица 13

Сроки наступления основных ледовых фаз в районе станции Русская (залив Халл) в 1980—1990 гг.

Характеристика	Взлом припая		Очищение от старого льда		Ледообразование		Образование припая		Замерзание	
	Начало	Окончание	Первое	Окончание	Первое	Устойчивое	Первое	Устойчивое	Первое	Окончание
Минимальные	27.10.86	29.11.81	06.03.82	06.03.82	21.02.88	21.02.88	09.03.88	09.03.88	09.03.88	14.03.85
Средние	17.01	НБ 02.03	НБ 05.04	НБ 05.04	08.03	08.03	05.04	28.05	16.04	30.05
Максимальные	06.04.86 НБ	НБ 25.04.81	НБ 25.04.81	НБ 25.04.81	24.03.84	24.03.84	29.04.87	09.08.86	30.05.87	01.08.82

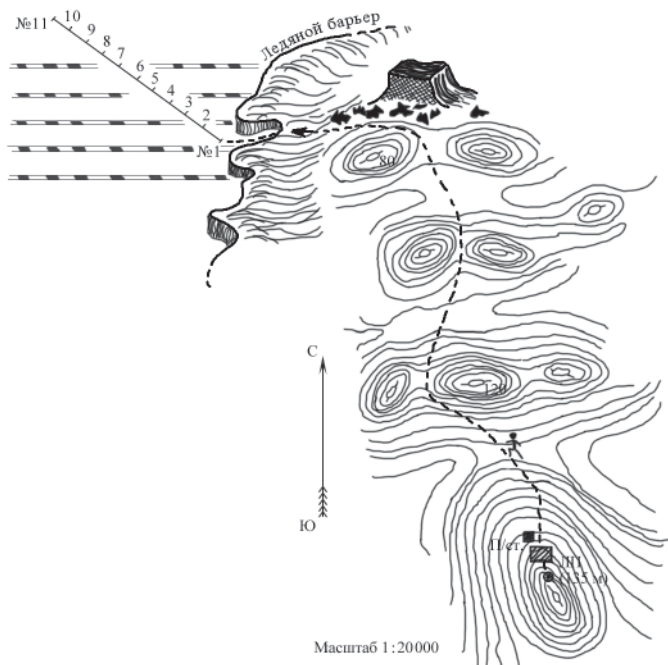


Рис. 31. Схема расположения ЛП, ПТ1 и профиля на станции Русская, составленная начальником станции В.Б. Усовым (29-я САЭ) в 1984 г.

Подход в район мыса Беркс преграждается Тихоокеанским ледяным массивом, который в годы работы станции Русская состоял из сплоченных полей сморози многолетнего льда с обширными зонами торошения. Обстановка осложняется крайне неблагоприятными метеорологическими условиями — для района характерны продолжительные периоды ураганных ветров. Так, на протяжении года число дней со скоростью ветра более 30 м/с составляет 136. За период 1980—1990 гг. максимальная скорость ветра в районе Русской составила 77 м/с, а зимой 1981 г. ураган со скоростью ветра 50—60 м/с бушевал 16 суток. Восточные ветры, связанные с прохождением циклона, имеют ураганную силу и приводят к перемещению огромных масс дрейфующего льда с востока, из залива Ригли, на запад, в район мыса Беркс. Здесь лед плотно поджимается к характерному зубчатому выступу припая, опирающегося вершиной на скопление айсбергов на банке Аристова ($74^{\circ}25'$ ю.ш., $138^{\circ}12'$ з.д.). Это крайне затрудняет маневрирование судна, а в 1985 г. привело к длительному ледовому плену НЭС «Михаил Сомов».

Обеспечение станции с помощью вертолетов является единственным способом доставки груза на берег и смены персонала. В качестве площадки для вертолетов могут быть использованы айсберги либо припай. Во избежание осложнений, связанных с дрейфом льда, не рекомендуется стоянка вблизи банки Аристова при работе как с припая, так и с айсберга. При

благоприятных погодных условиях полное обеспечение станции с айсберга на удалении около 50 км может быть выполнено за двое суток, как это было сделано в 28-й САЭ с д/э «Капитан Марков» (капитан М.А. Петров). В 35-й САЭ НЭС «Михаил Сомов» 6 марта 1990 г., подходя с востока, обогнуло банку Аристова и скопление айсбергов на ней. Полеты вертолетов осуществлялись из залива Халл с кромки многолетнего припая толщиной около 6 м на удалении свыше 70 км от станции. Однако 8 марта этот неординарный припай на протяжении всего нескольких часов был взломан ураганным ветром и штормовым волнением (не зыбью!). Разыгравшаяся на акватории заприпайной полыньи залива Халл короткая и крутая штормовая волна высотой полтора-два метра буквально «выгрызала» кромку припая по кускам, на одном из которых был безвозвратно унесен вертолет.

12. НАУЧНО-ОПЕРАТИВНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Обеспечение основывается на постоянном мониторинге морской части южной полярной криосферы. Мониторинг осуществляется РАЭ круглогодично благодаря современной спутниковой информации разных диапазонов (телевизионного, инфракрасного, микроволнового и радиолокационного), которую получают преимущественно из Интернета, а также результатам прибрежных наблюдений российских станций (Мирный, Прогресс, Беллинсгаузен). В навигационный период добавляются данные непрерывных наблюдений с ходового мостика за ледовыми условиями по маршрутам плавания научно-экспедиционных судов. Первоначальная обработка данных взаимно дополняющих друг друга указанных видов наблюдений завершается составлением в ЦЛГМИ ААНИИ дважды в месяц сводных комплексных ледовых карт. При этом судовые данные служат уникальным материалом верификации спутниковой информации, что особенно актуально для антарктического ледового пояса, который представляет собой конгломерат различных возрастных видов льда. Кроме того, в отделе ледового режима и прогнозов ААНИИ по микроволновым спутниковым данным еженедельно рассчитывается ледовитость как Северного Ледовитого океана, так и Южного океана, включая отдельные окраинные антарктические моря (<http://wdc.aari.ru/datasets/d0042/>).

Совокупность получаемых данных анализируется прогнозистом, который оценивает характер развития ледовых процессов в сравнении с нормой и фиксирует индивидуальные особенности года. Результаты анализа публикуются на сайте ААНИИ в ежеквартальном Бюллетене РАЭ (<http://www.aari.aq/>).

В сентябре — ноябре разрабатываются долгосрочные режимно-прогностические рекомендации на всю предстоящую навигацию. Они базируются на крупномасштабных закономерностях изменчивости антарктического ледяного покрова (Романов, 1990): сезонной смене знака ледовых аномалий, преобладающей квазидвухлетней периодичности колебаний ледовитости, оппозиционности Атлантического и Тихоокеанского ледяных массивов. В расчет принимаются также современные тенденции изменения ледовитости Южного океана в целом и отдельных его секторов, учитываются яркие региональные особенности. Методическим принципом прогнозирования является определение будущих ледовых условий по характеру развития ледовых процессов в предшествующий период. Главная проблема заключается в объективном подборе лет-аналогов. Приоритетными критериями для их

выбора служат сроки наступления основных ледовых фаз, а также параметры припайного льда, которые определяются на прибрежных станциях.

Повышенное внимание уделяется антарктическому припаю как эффективному обобщающему показателю характера развития ледовых процессов (Коротков, Кашин, 2014а), имеющему исключительное большое практическое значение. В прогнозе обязательно указываются ожидаемые сроки его разрушения.

Прогноз передается на суда не позднее их выхода из Кейптауна в Антарктику. С этого момента логистический центр РАЭ осуществляет только сопровождение судов. В основном отслеживается соответствие фактического развития ледовых событий прогностическим ожиданиям и следование судна выработанным рекомендациям, которые при необходимости уточняются. В соответствии со старым экспедиционным принципом «на месте виднее» главными действующими лицами становятся судовые специалисты.

Это уникальный институт судовых гидрологов — «ледовых лоцманов», которыми в САЭ — РАЭ становились сотрудники ААНИИ, занимавшиеся авиационной ледовой разведкой на трассе Северного морского пути. Первыми ледовыми лоцманами в Антарктике на флагманском судне «Обь» были начальники 1-й и 2-й советских экспедиций М.М. Сомов и А.Ф. Трёшников, а на д/э «Лена» во 2-й САЭ — молодой сотрудник ААНИИ В.И. Шильников, будущий непревзойденный мастер картирования ледовой обстановки с воздушных судов и проводки во льдах морских судов в Арктике и Антарктике. Современные наследники «адмирала ледовой разведки» располагают оперативными изображениями, полученными с метеорологических спутников, которые принимаются на судах в режиме непосредственной передачи. Однако в сложных ситуациях по-прежнему обязательно выполняется ледовая разведка с помощью вертолетов.

Целью судовых гидрологов является содействие проведению морских операций в полном объеме, в запланированные сроки и с максимальной безопасностью. Это требует:

- своевременного предоставления капитану и начальнику экспедиции исчерпывающей информации о фактической ледовой обстановке по районам работ за счет комплексирования данных всех ледовых наблюдений, выполняемых как на судне, так и на станциях, а также получаемых из ААНИИ прогностических и аналитических материалов;

- оперативного составления навигационных рекомендаций, включая вариант подхода к каждой станции и координаты маршрута;

- заключения по способам выгрузки;

- непосредственного обеспечения выгрузки с судна на берег, которое включает: обследование ледниковых барьеров и спусков-снежников, выбор места стоянки, постановку судна на ледовые якоря, разметку на припае грузовых площадок и взлетно-посадочных полос для самолетов, прокладку ледовых трасс на припае, их оборудование и безопасную эксплуатацию.

Обеспечению полноценной выгрузки — погрузки на прибрежных станциях уделяется главное внимание. Без этого все предшествующее плавание, включая даже самоотверженное и искусное форсирование судном внешнего ледового пояса, становится бессмысленным и обесценивается.

Значительная часть подготовительных работ по обеспечению выгрузки выполняется океанологами, которые зимуют на прибрежных станциях. Особенно велика роль этих специалистов на станции Прогресс. Станционные океанологи заранее подбирают место подхода судна для слива топлива и выгрузки тяжеловесов, учитывая айсберговую обстановку.

В целом программы ледово-гидрологических наблюдений на станциях ориентированы на первоочередное решение логистических задач РАЭ путем диагностики состояния ледяного покрова и его океанологической подоплеки — термохалинной структуры и циркуляции вод. Ледовый прогноз при этом является важным исследовательским средством. Положенные в основу прогностических соображений крупномасштабные закономерности и региональные режимные особенности ежегодно проверяются и уточняются на практике.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В отличие от Арктики в Антарктике до недавнего времени наблюдалась прямо противоположная тенденция увеличения количества морского льда (Гудкович и др., 2008; Comiso, Nishio, 2008). Площадь его распространения в Южном океане за период 1987—2015 гг. возросла в среднем на 0,5 млн км² (16 %) летом и на 0,7 млн км² (4 %) зимой, а максимальное приращение достигало около 1 млн км² (рис. 32).

Увеличение ледовитости Южного океана и сопутствующее ухудшение условий плавания стали особенно заметными с первых лет нового тысячелетия (Коротков, Кашин, 2014б). В феврале 2008 г. площадь остаточного льда, не растаявшего летом, возросла в Южном океане до 3,9 млн км² против 3,1 млн км² по норме. В сентябре 2014 г. антарктический ледяной покров достиг максимальных для зимы размеров, составив около 19,7 млн км² при среднем многолетнем значении 18,6 млн км².

Главным поставщиком старого льда стал Атлантический массив в море Уэдделла, площадь которого увеличилась в среднем на 0,6 млн км², до-

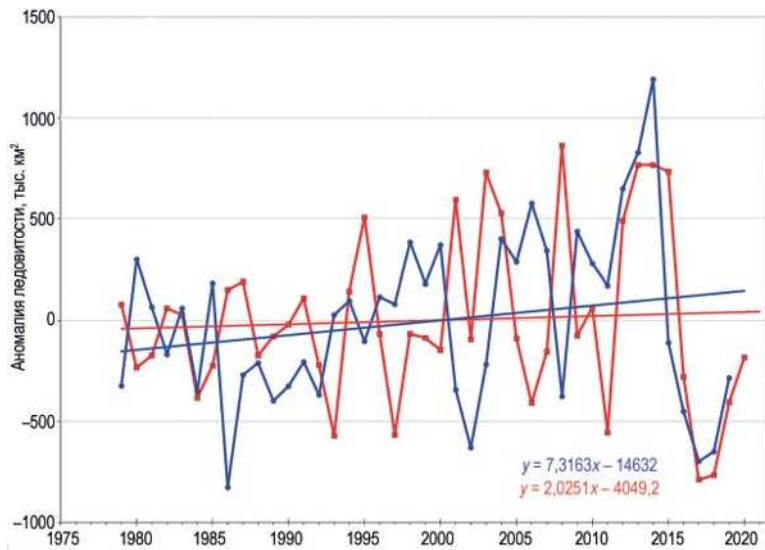


Рис. 32. Изменение сезонных экстремумов ледовитости Южного океана (в отклонениях от нормы среднемесячных значений в феврале (красная кривая) и сентябре (синяя кривая)) за период 1979—2020 гг. по данным <http://wdc.aari.ru/datasets/ssmi/data/south/extent/>

стигнув максимума, равного 2,2 млн км², летом 2014 г. Массив, обычно вытянутый вдоль Антарктического полуострова между меридианами 40 и 60° з.д., «распух» примерно в полтора раза в широтном направлении, достигнув 30° з.д. Наблюдавшееся переполнение моря Уэдделла льдом приводило к раннему и продолжительному блокированию района Южных Оркней, а также к случаям экстремально неурочного поступления льда в пролив Брансфилд, как в начале апреля 2012 г.

Остаточная ледовитость индоокеанского сектора, самого консервативного в ледовом отношении, увеличилась на 1/3, составив 160 тыс. км². Это произошло в основном за счет более поздних сроков взлома местного припая, площадь которого в сентябре равна 350 тыс. км². Во время максимума ледовитости, достигнутого летом 2008 г., отмечалось никогда ранее не наблюдавшееся сохранение сплошного ледового пояса вдоль всего побережья — от моря Рисер-Ларсена до моря Дюрвиля. Этому способствовал поздний взлом припая площадью около 80 тыс. км² в морях Космонавтов и Содружества.

Отдаление сроков взлома антарктического припая на фоне некоторого уменьшения его толщины подтверждается данными обсерватории Мирный. В начале нового тысячелетия сокращение толщины припая по сравнению с самыми холодными 60-ми годами XX века составило, как и в Арктике (Карелин, Карклин, 2012), около 10 см, а запаздывание взлома превысило один месяц. Летом 2002 г. припай в районе Мирного впервые за всю историю наблюдений вообще не взломался. По негативным для РАЭ логистическим последствиям сохранения остаточного припая выделяется район станции Новолазаревская в море Лазарева. Здесь в бухте Белой, ледниковый барьер в вершине которой с 1986 г. используется как береговая база, припай ежегодно вскрывался не позднее конца марта. В новом же тысячелетии он уже пять раз не подвергся разрушению (в 2000, 2011, 2012, 2014 и 2019 гг.). В 2003—2005 гг. не взламывался припай в заливе Мак-Мёрдо в море Росса, вследствие чего антарктическая экспедиция США была вынуждена обратиться за помощью к российскому л/к «Красин». С 2005 г. сохраняется припай в вершине бухты Саннефьорд в заливе Прюдс. Аналогичные изменения затронули соседний район станции Прогресс (оазис Холмы Ларсеманн), где стал образовываться припай увеличенной вдвое ширины (Коротков и др., 2011), разрушающийся на месяц позже прежнего. С 2012 г. в море Дюрвиля стала ежегодно замерзать и поздно очищаться летом бухта Коммонуэлт, являющаяся мировым «полюсом ветров», которые всегда препятствовали формированию здесь припая. Вместо 200-метрового ледяного заберега во времена экспедиции Д. Моусона в 1912—1914 гг. (Моусон, 1915) здесь теперь почти ежегодно образуется припайно-айсберговый полуостров шириной до 100 км (Коротков и др., 2014а).

Совершенно по-иному разворачивались ледовые события в тихоокеанском секторе. С одной стороны, он вносил решающий (около 90 %) вклад

в увеличение ледовитости Южного океана зимой. Однако в теплый период года здесь развивались прямо противоположные процессы прогрессирующего очищения. При этом зимний прирост площади ледяного покрова, составлявший в среднем 0,4 млн км², уравнивался тождественным его сокращением летом. Это ярчайший пример столь характерной для всего Южного океана закономерности сезонной смены знака ледовых аномалий (Романов, 1990): чем больше вытает льда летом, тем больше образуется его зимой, и, наоборот. Компенсационный характер данного механизма сдерживал до последнего времени многолетнюю деградацию Тихоокеанского ледяного массива (Коротков, 2018). Сокращение его началось с 1989 г., когда впервые летом почти полностью очистилось от льда ранее труднодоступное море Беллинсгаузена. В середине марта 1992 г. впервые состоялось очищение прежде также очень ледовитого моря Амундсена. В дальнейшем подобные ситуации возникали все чаще, а в период 2007—2015 гг. море Беллинсгаузена стало освобождаться от льда ежегодно и в последний раз очистилось в 2018 г.

Наконец, в феврале 2011 г. «волна» очищения достигла района Русской (120—160° з.д.). Впервые за полувековой период спутниковых наблюдений с конца 1960-х годов была зафиксирована экстремальная ситуация практически полного исчезновения летом прибрежного пояса дрейфующего льда между мысами Дарт и Колбек. Обстановка полного очищения повторилась в 2017 г. и длилась фантастически долго — с конца февраля до конца апреля. При этом остаточная ледовитость тихоокеанского сектора в феврале 2017 г. достигла абсолютного минимума, равного 0,6 млн км², сократившись вдвое по сравнению с нормой (1,4 млн км²). Летом 2018 г. внешний пояс дрейфующего льда в районе Русской также отсутствовал, но только в течение одного месяца — с середины февраля до середины марта. Нелишне напомнить, что речь идет о районе, все попытки достичь побережья которого в первой половине XX века были безуспешными. Здесь в середине марта 1985 г. начался 135-суточный ледовый плен флагмана САЭ д/з «Михаил Сомов». Ситуация едва не повторилась в марте 1990 г. и завершилась вынужденным закрытием станции Русская.

Беспрецедентное сокращение Тихоокеанского массива в сочетании с прекратившимся в 2016 г. разрастанием Атлантического массива привело всего за два года к ликвидации накопленного за последние 30 лет приращения ледяного покрова Южного океана. Его ледовитость в феврале 2017 г. сократилась до рекордно низкого значения 2,3 млн км², а в сентябре составила 17,8 млн км², фактически возвратившись к исходному минимальному уровню 1986 г.

Представляется, что суммарное разрастание ледяного покрова Южного океана происходило в рамках общепланетарного 60-летнего цикла климатических изменений (Фролов и др., 2010), но было усилено собственной компенсационной реакцией на существенное региональное нарушение ле-

дового баланса. Сокращение Тихоокеанского массива связано, по-видимому, с существенным повышением температуры вод морей Беллинсгаузена, Амундсена и района Русской (120—160° з.д.). Причиной могли стать изменения в их циркуляционной системе, которые стимулировали поступление теплых глубинных вод циркумполярного происхождения в прибрежную зону данных акваторий.

Подобным образом, очевидно, произошла смена ледового сценария в Атлантическом секторе, когда к 2017 г., вероятно, завершилось изменение циркуляции круговорота Уэдделла на вариант усиленного теплого противотечения Уэдделла (Багрянцев, 1990). Это проявилось в аномально раннем возникновении полыньи Уэдделла уже 4 сентября 2017 г. (см. рис. 14) вместо второй половины ноября. За месяц площадь полыньи увеличилась от 2 до 40 тыс. км², сыграв важную роль в аномально пониженной ледовитости Атлантического сектора зимой 2017 г.

К концу лета 2019 г. вдоль всего тихоокеанского побережья между меридианами 70 и 160° з.д., от мыса Русский в заливе Маргерит до мыса Колбек на границе с морем Росса, впервые после 2006 г. сохранился полноценный, сплошной пояс 10-балльного дрейфующего льда. Возможно, это начало восстановления привычного Тихоокеанского ледяного массива после его деградации в течение последних 30 лет.

Таким образом, Антарктика как высоко сбалансированная, почти идеальная природная модель (околополюсная ледниковая шапка в окружении сплошного кольца вод и морских льдов) стремится, по-видимому, к функционированию в режиме автоколебаний (Коротков, 1995) и демонстрирует полициклический, повторяющийся характер изменений ледовитости Южного океана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антипов Н.Н., Клепиков А.В. (2003). Циклонические круговороты окраинных морей Восточной Антарктиды // Арктика и Антарктика. Вып. 36. С. 126—148.
- Атлас Антарктики (1966). Т. I. М. — Л.: ГУГК. 225 л.
- Атлас океанов. Антарктика (2005). СПб: ГУНиО ВМФ МО РФ, ГНЦ РФ ААНИИ. 300 с.
- Багрянцев Н.В. (1990). Крупномасштабные черты формирования ледяного покрова в круговороте Уэдделла // Труды САЭ. Т. 86. С. 134—151.
- Бессонов В.И., Морозов Е.Л., Проворкин А.В. (1990). Гигантские айсберги моря Уэдделла // Труды САЭ. Т. 89. С. 99—106.
- Буйницкий В.Х. (1962). Ледоисследовательские работы // Труды САЭ. Т. 20. С. 114—140.
- Буйницкий В.Х. (1973). Морские льды и айсберги Антарктики. Л.: Изд-во ЛГУ. 255 с.
- Гордиенко П.А., Федотов В.И., Шильников В.И. (1960). Ледяной покров прибрежных вод Восточной Антарктиды // Труды САЭ. Т. 11. 118 с.
- Дубинин А.И. (1966). Плавание в Антарктику. М.: Морской транспорт. 244 с.
- Дубровин Л.И. (1962). О развитии припая в районе станции Лазарев // Информ. бюл. САЭ. 1962. № 33. С. 35—41.
- Ескин Л.И. (1971). Распределение айсбергов в Индоокеанском секторе Южного океана // Труды САЭ. Т. 54. С. 163—173.
- Карелин И.Д., Карклин В.П. (2012). Припай и заприпайные полыньи арктических морей Сибирского шельфа в конце XX — начале XXI века. СПб: изд-во ААНИИ. 180 с.
- Конецкий В.В. (1990). За Доброй Надеждой: Роман-странствие. Л.: Изд-во художественной лит-ры. 624 с.
- Коротков А.И. (1990а). О механизме образования внутриводного льда в Антарктике // Труды САЭ. Т. 86. С. 105—116.
- Коротков А.И. (1990б). Закономерности пространственно-временной изменчивости антарктических стационарных полыньей // Информ. бюл. САЭ. № 114. С. 25—32.
- Коротков А.И. (1995). Основные итоги и перспективы исследований ледового режима Южного океана // Проблемы Арктики и Антарктики. Вып. 70. С. 84—103.
- Коротков А.И. (2016). Айсберговая «вакханалия» 2016 г. в районе станции Прогресс // Российские полярные исследования. № 4 (26). С. 29—31.
- Коротков А.И. (2018). Беспрецедентное сокращение Тихоокеанского ледяного массива в Южном океане // Российские полярные исследования. № 3. С. 33—35.
- Коротков А.И., Кашин С.В. (2014а). Антарктический припай — эффективный показатель характера развития ледовых процессов в Южном океане // Проблемы Арктики и Антарктики. № 1 (99). С. 86—101.

- Коротков А.И., Кашин С.В. (20146). Ухудшение ледовых условий в Южном океане // Российские полярные исследования. № 4 (18). С. 12—16.
- Коротков А.И., Комаровский В.А. (2017). Сложная логистическая операция в антарктической бухте Тала // Российские полярные исследования. № 1 (27). С. 32—34.
- Коротков А.И., Романов А.А. (1990). Динамика ледовых условий прибрежной зоны Антарктики // Материалы гляциологических исследований. Т. 68. С. 126—133.
- Коротков А.И., Федяков В.Е. (2001). Стационарная полынья в заливе Прюдс // Труды ААНИИ. Т. 443. С. 146—155.
- Коротков А.И., Смоляницкий В.М., Фролов И.Е. (2011). Современное изменение ледяного покрова Южного океана и его сопряженность с ледовитостью в Арктике // В сб.: Океанография и морской лед. М. СПб: ООО «Паулсен». С. 422—426.
- Коротков А.И. Мартыанов В.Л., Бессонов В.И. (2014а). Ледовый плен судна «Академик Шокальский» в море Дюрвиля // Российские полярные исследования. № 1 (15). С.45—48.
- Коротков А.И., Федяков В.Е., Кораблев В.Е. (20146). Детализированная схема распределения айсбергов в Южном океане // Проблемы Арктики и Антарктики. № 3 (101). С. 89—96.
- Леденев В.Г. (1964). Охлаждение прибрежных антарктических вод в районах заприпайных и приледниковых полыней // Проблемы Арктики и Антарктики. Вып. 17. С. 46—53.
- Леденев В.Г., Евдокимов А.П. (1965). Изменение шельфовых ледников Западного и Эймери // Информ. бюл. САЭ. № 55. С. 12—18.
- Максимов И.В. (1961). Фронт антарктической конвергенции и многолетние изменения северной границы распространения айсбергов в Южном океане // Проблемы Арктики и Антарктики. № 8. С. 47—52.
- Моусон Д. (1915). Родина снежных бурь / Пер. с англ. М.: Мысль. 1967. 334 с.
- Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9. Ч. 1. РД 52.10.842—2017 (2017). Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах. М.: ООО Изд-во ИТРК. 371 с.
- Припай Восточной Антарктиды (1977) / Под ред. Ю.Л. Назинцева, В.И. Федотова // Труды САЭ. Т. 63. 130 с.
- РД (1987). Методические указания по выбору оптимальных маршрутов плавания и проведение грузовых операций на рейдах советских антарктических станций / Под ред. Ю.А. Григорьева. Л.: Ротапринт ААНИИ. 111 с.
- Романов А.А. (1976). Ледовые условия плавания в водах Антарктики // Труды ААНИИ. Т. 335. 159 с.
- Романов А.А. (1984). Льды Южного океана и условия судоходства. Л.: Гидрометеоиздат. 88 с.
- Романов А.А. (1990). Закономерности пространственно-временной изменчивости морских антарктических льдов и условия судоходства // Информ. бюл. САЭ. № 114. С. 62—70.
- Романов А.А. (1996а). Новые данные о распределении, количестве, объеме и эволюции антарктических айсбергов / В сб.: Айсберги Мирового океана. СПб: Гидрометеоиздат. С. 120—127.

- Романов А.А. (19966). Ледовые условия плавания в Южном океане // Женева. ВМО. Вып. 35. ВМО/ТД No.783. 117 с.
- Саруханян Э.И. (1980). Структура и изменчивость Антарктического циркумполярного течения. Л.: Гидрометеиздат. 119 с .
- Сергеев Г.Н. (1973). О причине образования внутриводного льда у берегов Антарктиды // Труды САЭ. Т. 58. С. 161—166.
- Трёшников А.Ф. (1963а). История открытия и исследования Антарктиды. М.: Гос. изд. географ. лит-ры. 432 с.
- Трёшников А.Ф. (1963б). Особенности ледового режима Южного Ледовитого океана // Труды САЭ. 1963. Т. 21. 237 с.
- Фролов И.Е., Гудкович З.М., Карклин В.П., Смоляницкий В.М. (2010). Изменения климата Арктики и Антарктики — результат действия естественных причин // Проблемы Арктики и Антарктики. № 2 (85). С. 52—61.
- Черепанов Н.В., Федотов В.И. Внутриводное ледообразование у побережья Антарктиды // Проблемы Арктики и Антарктики. 2007. № 3 (77). С. 85—88.
- Черепанов Н.В., Козловский А.М. (1973а) Многолетний припай в районе станции Ленинградской // Информ. Бюл. САЭ. № 85. С. 54—57.
- Черепанов Н.В., Козловский А.М. (1973б) Осеннее образование внутриводного льда в районе шельфового ледника Лазарева // Информ. бюл. САЭ. 1973. № 86. С. 36—39.
- Шильников В.И. (1959). Методика наблюдений за айсбергами // Информ. бюл. САЭ. № 5. С. 11—14.
- Шильников В.И. (1969). Айсберги // Атлас Антарктики. Т. II. Л.: Гидрометеиздат. С. 455—465.
- Comiso J.C., Nishio F. (2008). Trends in the sea ice cover using enhanced and compatible AM-SR-E, SSM/I and SMMR data // J. Geophys. Res. 113 p. C02S07, doi:10.1029/2007JC004257.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Список и тактико-технические данные судов,
принимавших участие в работах КАЭ — САЭ — РАЭ**

№ п/п	Судно	Номер экспедиции	Страна постройки	Год постройки
1	Д/э «Обь»	1—18, 20	Голландия	1954
2	Д/э «Лена»	1, 2	Голландия	1954
3	Рефрижератор № 7	1	Дания	1953
4	Т/х «Кооперация»	2, 3, 5, 7	СССР	1928
5	Т/х «Михаил Калинин»	4, 21	ГДР	1958
6	Т/х «Эстония»	8—10, 22—27	ГДР	1960
7	НИС «Профессор Визе»	13, 15—17, 19—21, 24—26, 28, 29, 31—34, 36, 37	ГДР	1966
8	НИС «Профессор Зубов»	14, 16, 18, 20, 22—24, 26—28, 31—37	ГДР	1967
9	Т/х «Вытегралес»	14	СССР	1963
10	Т/х «Бобруйсклес»	16	ПНР	1962
11	Д/э «Наварин»	17, 18, 36	СССР	1967
12	Т/х «Надежда Крупская»	17	ГДР	1963
13	Д/э «Оленек»	19, 25*	СССР	1964
14	Д/э «Василий Федосеев»	19, 21, 27, 32	СССР	1969
15	Т/х «Нина Сагайдак»	19	ГДР	1970
16	Т/х «Башкирия»	19, 22—28	ГДР	1964
17	Д/э «Ванкарем»	20	СССР	1966
18	НЭС «Михаил Сомов»	21—37, 39, 40	СССР	1975
19	Д/э «Капитан Марков»	21, 24, 26, 28	СССР	1968
20	Д/э «Капитан Готский»	22, 29, 31	СССР	1965
21	Д/э «Пенжина»	22	СССР	1963
22	Д/э «Капитан Кондратьев»	23, 32	СССР	1972
23	Д/э «Амгуэма»	23	СССР	1962
24	Т/х «Брянсклес»	24	ПНР	1962
25	Т/х «Пионер Эстонии»	25, 27, 29, 31	СССР	1976
26	Д/э «Гижига»	25	СССР	1967
27	Т/х «Пионер Онеги»	26	СССР	1975
28	Д/э «Капитан Мышевский»	28, 30, 33	СССР	1970
29	Т/х «Павел Корчагин»	28, 30, 32	СССР	1980
30	Т/х «Байкал»	29—32	ГДР	1963
31	Ледокол «Владивосток»	30	Финляндия	1969
32	НИС «Академик Ширишов»	30	ГДР	1967
33	Д/э «Капитан Бондаренко»	31	СССР	1966
34	НЭС «Академик Фёдоров»	33—46, 48—по н.в.	Финляндия	1987
35	Д/э «Витус Беринг»	33, 34	СССР	1986
36	Д/э «Владимир Арсеньев»	35	СССР	1987
37	НИС «Профессор Мультиановский»	37	Финляндия	1982
38	НИС «Академик Шулейкин»	38, 39	Финляндия	1982
39	Д/э «Магдалена Олдендорф»	47	Финляндия	1983
40	НЭС «Академик Трёшников»	58, 59, 63—65	РФ	2012

№ п/п	Размеры, м			Скорость, узлы	Мощность, л.с.	Число пассажиров	Водоиз- мещение	Дедвейт, т	Экипаж
	Длина	Ширина	Осадка						
1	130	19	8,2	13	8200	130	12500	7230	75
2	130	19	8,2	13	8200	130	12500	7560	75
3	70	11,5	4,2	10,7	2620	—		900	52
4	104	14,7	5,7	11	2400	100	5360	2360	55
5	122	16	5,2	17	8000	300	6900	1358	91
6	122	16	5,3	17	8000	300	6900	1350	95
7	124	17,5	6,5	15,4	8000	70	6900	2059	83
8	124	17	6,1	15,4	8000	70	6900	2059	83
9	122	16,7	6,8	15	5400	10		5970	36
10	124	16,7	7	15	5400	10		6036	35
11	133	18,8	9,1	14	7200	30	11500	6560	58
12	122	16	5,2	17	8000	300	6900	1354	103
13	133	18,9	9,1	14	7200	30	11200	6280	56
14	133	18,8	8,9	15,7	7200	30	14000	9140	57
15	105	15,6	6,8	14,2	3800			4608	36
16	122	16	5,2	17	8000	270	6900	1355	130
17	133	18,9	9,1	14	7200	30	13500	8680	56
18	132	19	8,9	14	7200	80	14000	8445	57
19	133	18,9	9,1	14	7200	30	14500	9573	54
20	133	18,8	8,9	14	7200	30	13500	8659	53
21	133	18,8	8,9	14	7200	30	13900	9028	60
22	133	18,8	9	14	7200	30	14100	9190	53
23	133	19	8,9	14	7200	30	13500	8630	53
24	124	16,7	7	14,2	5400	10		6500	35
25	130	17,3	6,9	15,2	5400	10	10000	6110	42
26	133	18,8	9,1	14	7200	30	14000	9165	63
27	130	17,3	6,9	15,8	6100	20	10000	6070	40
28	133	18,8	9	14	7200	30	14000	9160	56
29	130	17,3	6,7	15,8	6100	20	10000	6070	38
30	122	16	5,2	17	8000	280	6900	1358	140
31	122	24,6	10,5	18,3	22000	50	13290	5600	117
32	123	17,1	6	18	8160	90	6934	2059	30
33	133	18,8	9,1	14	7200	30	13500	8680	50
34	141	23,5	8,5	16	22000	160	16336	7200	90
35	164	22	9	15,9	12500	31	20200	10700	42
36	164	22,5	9	15,9	12500	31	20200	10700	61
37	71	12,8	4,5	14	3130	28	2140	620	41
38	71	12,8	4,5	14	3130	28	2140	620	26
39	177.2	24,6	11,4	18,1	20900		33850	23000	42
40	134	23	8,5	16	24000	80	16539	6634	60

№ п/п	Судно	Номер экспедиции	Страна постройки	Год постройки
----------	-------	------------------	---------------------	------------------

Танкеры

1	«Фридрих Энгельс»	11	СССР	1957
2	«Эльбрус»	14, 16	СССР	1959
3	«Станислав»	18	СССР	1959
4	«Геленджик»	20, 22	СССР	1957
5	«БАМ»	24, 26, 28, 30, 32	Финляндия	1977
6	«Уренгой»	27	Финляндия	1976
7	«Березово»	34, 36	Финляндия	1976

Геолого-геофизические суда

1	НИС «Геолог Наливкин»	32—35	Финляндия	1985
2	НИС «Академик Ал. Карпинский»	37, 39—41	СССР	1984

Гидрографические суда

1	ОИС «Леонид Соболев»	12.1977—02.1978	ПНР	1974
2	ОИС «Адмирал Владимирский»	01—02.1983, 01—02.2016	ПНР	1975
3	ЭОС «Фаддей Беллинсгаузен»	01.03.1983	ПНР	1964
4	ОИС «Академик Крылов»	01—04.1984, 11.1985—05.1986	ПНР	1974
5	ОИС «Леонид Демин»	11.1986—05.1987	ПНР	1978
6	ОИС «Иван Крузенштерн»	01.04.1988	ПНР	1975

№ п/п	Размеры, м			Скорость, узлы	Мощность, л.с.	Число пассажиров	Водоиз- мещение	Дедвейт	Экипаж
	Длина	Ширина	Осадка						

Танкеры

1	146	19,2	8,7	13,3	4000	4	16200	12120	42
2	146	19,2	8,7	13	4000	4	16250	12188	42
3	146	19,2	8,7	13	4000	4	16200	12100	36
4	146	19,2	8,7	13	4000	4	16200	12098	46
5	160	23	9,2	16,3	11500	4	24570	17125	35
6	160	23	9,2	16,3	11500	4	24570	17200	47
7	160	23	9,2	16,3	11500	4	24570	17200	35

Геолого-геофизические суда

1	72	12,8	4,5	14,8	3120	24	3120	694	64
2	104	16	5,9	14,7	7000	49	7000	1959	92

Гидрографические суда

1	147	18,6	6,3	20,4/15,3	8000		9140		117
2	147	18,6	6,3	20,4/15,3	8000		9140		
3	90	13	4,2	16,9/14,0	2400		3090		
4	147	18,6	6,3	20,4/15,3	8000		9140		
5	147	18,6	6,3	20,4/15,3	8000		9140		
6	147	18,6	6,3	20,4/15,3	8000		9140		

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Хроника зимних плаваний судов САЭ — РАЭ

Судно	Станция	Море, район	Период
<i>1973 г.</i>			
Д/з «Обь»	Ленинградская	Сомова, Балленский массив, 62°—69° ю.ш., 152°—162° в.д.	21.03—22.04 + дрейф 23.04—21.07 + 22—26.07
Д/з «Наварин»	Мирный	Дейвиса, 62°21' ю.ш., 89° 07' в.д. (крайняя южная точка)	03.07—07.07
	Молодежная	Космонавтов, 64°12' ю.ш., 47° 12' в.д. (крайняя южная точка)	14.07—05.08
<i>1981 г.</i>			
НЭС «Михаил Сомов»	Советско-американская экспедиция WEROLEX-81	Крутоворот Уэдделла, 52° 30'—62° 30' ю.ш., 0°—5° в.д.	20.10—14.11
<i>1985 г.</i>			
НЭС «Михаил Сомов»	Русская	Тихоокеанский массив, 60°—75° ю.ш., 135°—155° з.д.	09.03—11.04 + дрейф 12.04—25.07 + 26.07—12.08
Л/к «Владивосток»	Русская	Тихоокеанский массив, 60°—75° ю.ш., 150°—155° з.д.	15.07—12.08
<i>1989 г.</i>			
НЭС «Академик Фёдоров» с л/к «Поларштерн»	Международная экспедиция WWGS-89	Крутоворот Уэдделла, 58°—68° ю.ш., 35° з.д. — 0°—5° в.д.	19.09—24.10
<i>1991 г.</i>			
НЭС «Михаил Сомов»	Новолазаревская	Лазарева	05—09.05
	Беллингаузен	Пролив Брансфилд	19.05—09.06
	Молодежная	Космонавтов, 65°—67° ю.ш., 45°—48° в.д.	06.07—15.08 + плен 16.08—20.12
<i>1992 г.</i>			
НЭС «Академик Фёдоров» с л/к «Палмер»	Российско-американская экспедиция, снятие ISW-1	Крутоворот Уэдделла, Атлантический массив 60°—66° ю.ш., 43°—53° з.д.	25.05—17.06

НЭС «Академик Фёдоров»	Новолазаревская	Лазарева	04.06 — 06.06
	Молодежная	Космонавтов	13.06 — 15.06
	Мирный	Дейвиса	24.06 — 04.07
	1997 г.		
НЭС «Академик Фелоров»	Новолазаревская	Лазарева	23.05 — 29.05
	Мирный	Дейвиса	10.06 — 18.06
	Дружная-4	Содружества, бухта Саннефьорд	24.06 — 12.07
	Молодежная	Космонавтов	16.07 — 17.07
1998 г.			
НЭС «Академик Фелоров»	Мирный	Дейвиса	02.05 — 10.05
	Прогресс	Содружества	15.05 — 18.05
	Молодежная	Космонавтов	22.05 — 28.05
	Новолазаревская	Лазарева	01.06 — 03.06
1999 г.			
НЭС «Академик Фелоров»	Новолазаревская	Лазарева	01.05 — 04.05
	Молодежная	Космонавтов	08.05 — 14.05, 08.07
	Прогресс	Содружества	19.05 — 20.06
	Мирный	Дейвиса	25.06 — 29.06
2001 г.			
НЭС «Академик Фелоров»	Новолазаревская	Лазарева	10.04 — 15.04
	Молодежная	Космонавтов	18.04 — 23.04
	Прогресс	Содружества	29.04 — 02.05
	Мирный	Дейвиса	11.05 — 19.05
2002 г.			
Т/х «Магдалена Олдендорф» («Нижнеянский»), аренда	Мирный	Дейвиса	02.05 — 12.05
	Новолазаревская	Лазарева Стоянка в бухте Мускегбугта	24.05 — 30.05 + дрейф 31.05 — 10.06 + стоянка 12.06 — 06.12

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

**Среднемесячные и экстремальные положения
внешней северной кромки антарктического пояса
дрейфующих льдов за многолетний период
(градусы и минуты широты на меридианах, кратных 5°)**

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.
-------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------	-------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------

Январь

0	69 48	69 03	64 42	180	78 12	72 50	66 00
5	70 06	69 06	65 24	175	78 24	71 20	65 18
10	69 48	69 03	66 06	170	78 24	70 14	65 48
15	69 18	68 34	66 42	165	77 24	69 08	65 54
20	69 54	68 50	67 00	160	76 12	69 22	65 48
25	69 54	68 01	64 12	155	74 42	69 19	65 48
30	69 00	67 31	64 00	150	73 54	69 04	65 30
35	68 18	67 11	65 00	145	72 54	68 51	64 30
40	68 36	67 18	66 12	140	72 42	68 40	64 18
45	67 30	66 33	65 18	135	72 48	68 43	64 36
50	66 36	65 52	65 00	130	71 48	68 36	64 00
55	65 54	65 29	64 24	125	71 30	68 39	64 30
60	67 00	66 27	65 06	120	71 48	69 20	66 00
65	67 42	66 55	65 24	115	71 18	69 48	67 18
70	68 00	66 46	64 24	110	71 24	70 02	67 18
75	69 30	67 35	65 18	105	71 54	70 00	67 12
80	68 00	65 38	64 18	100	71 00	69 56	67 00
85	66 00	64 57	63 30	95	71 00	69 39	66 54
90	66 24	64 58	63 48	90	70 30	69 03	67 12
95	65 00	63 49	62 54	85	71 42	69 17	67 18
100	64 48	63 51	63 00	80	71 48	69 08	67 00
105	65 12	64 32	62 24	75	69 36	68 20	66 30
110	66 00	64 57	63 30	70	69 18	67 56	66 12
115	65 42	64 46	63 12	65	65 54	65 42	64 30
120	66 00	65 04	63 48	60	63 54	63 51	63 12
125	65 42	65 00	63 54	55	65 42	63 46	62 30
130	65 36	65 01	63 54	50	67 30	63 00	60 18
135	65 30	64 48	64 00	45	71 12	63 44	59 30
140	66 42	66 14	64 00	40	72 48	64 39	59 12
145	67 06	66 15	65 12	35	75 00	64 41	59 48
150	66 42	65 18	64 36	30	75 12	66 19	58 00
155	68 06	65 36	64 12	25	74 42	67 59	59 00
160	69 00	66 04	64 06	20	73 48	68 56	60 30
165	70 00	66 56	63 36	15	72 12	68 45	60 24
170	71 36	68 13	63 36	10	70 48	68 59	61 36
175	77 36	72 01	65 42	5	70 18	69 19	64 06

Февраль

0	69 48	69 27	67 30	180	78 12	76 16	69 18
5	70 06	69 39	67 30	175	78 24	74 44	69 00
10	70 00	69 21	67 12	170	78 24	73 38	68 48
15	69 24	68 52	66 36	165	78 30	72 27	68 06
20	69 54	69 16	67 18	160	76 48	71 58	67 00
25	70 06	69 17	67 00	155	75 42	71 43	67 00
30	69 18	68 30	66 18	150	75 00	71 33	67 06
35	68 48	67 58	65 48	145	74 42	71 45	67 24
40	68 42	67 56	67 00	140	74 00	71 43	67 54
45	67 24	67 00	65 42	135	73 12	71 11	68 30
50	67 12	66 25	65 54	130	72 30	70 27	67 42
55	65 54	65 44	65 12	125	72 12	70 20	67 12
60	67 24	66 56	66 12	120	72 00	70 29	67 48
65	67 42	67 18	66 30	115	74 00	70 36	68 12

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Мах град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Мах град. мин.
70	68 18	67 25	66 18	110	74 30	70 41	69 30
75	69 30	68 24	66 12	105	73 48	70 43	69 00
80	68 00	66 08	65 00	100	71 06	70 29	69 30
85	66 36	65 31	64 00	95	71 00	70 01	69 00
90	66 30	65 33	64 06	90	71 36	69 39	67 30
95	66 12	64 22	63 18	85	73 24	70 03	67 48
100	65 18	64 11	63 18	80	73 00	70 06	67 48
105	65 18	64 50	64 18	75	69 36	68 37	66 12
110	66 42	65 24	65 00	70	69 18	68 19	65 48
115	65 30	65 03	64 24	65	65 54	65 44	64 24
120	66 00	65 26	64 42	60	63 54	63 52	63 06
125	66 00	65 12	64 24	55	68 36	64 43	62 12
130	66 00	65 13	64 00	50	71 54	65 38	60 48
135	66 06	65 11	64 00	45	72 36	66 49	60 00
140	66 42	66 27	65 06	40	73 06	68 33	60 30
145	67 06	66 19	64 12	35	77 36	70 23	59 12
150	68 00	65 17	64 06	30	76 36	72 05	59 12
155	68 06	65 52	64 42	25	75 18	73 13	61 24
160	69 06	67 16	64 48	20	73 48	72 50	69 24
165	70 36	69 01	66 24	15	72 18	71 32	69 12
170	71 36	70 55	67 06	10	70 48	70 20	69 00
175	77 36	76 40	68 36	5	70 18	69 31	67 42

Март

0	69 48	69 15	68 00	180	77 06	73 40	67 42
5	69 54	69 18	68 12	175	77 30	72 36	67 24
10	69 54	69 02	68 12	170	77 54	71 18	67 30
15	69 24	68 42	67 42	165	77 12	70 57	67 00
20	69 48	69 05	67 54	160	76 06	70 51	66 12
25	70 00	69 07	67 30	155	75 12	70 59	67 36
30	69 18	68 39	67 00	150	74 48	70 54	67 00
35	68 42	67 58	67 00	145	74 06	70 49	67 48
40	68 30	67 54	67 00	140	73 48	70 52	67 42
45	67 36	66 59	66 00	135	72 12	70 36	67 54
50	67 12	66 11	65 12	130	72 54	70 18	67 30
55	65 54	65 46	65 12	125	72 12	70 12	67 54
60	67 24	66 59	65 48	120	73 18	70 29	68 12
65	67 42	66 53	65 36	115	73 18	70 28	68 48
70	68 18	66 43	65 24	110	73 42	70 27	68 48
75	69 06	67 11	65 18	105	73 54	70 28	68 30
80	68 00	66 01	65 06	100	71 30	70 15	69 12
85	66 36	65 26	64 12	95	71 30	69 54	68 42
90	66 48	65 33	63 54	90	72 00	69 41	68 00
95	66 06	64 17	62 54	85	72 00	70 15	67 48
100	65 12	64 12	62 54	80	73 00	70 15	68 12
105	65 24	64 45	64 00	75	69 36	68 48	67 30
110	66 12	65 07	64 30	70	69 18	68 27	66 36
115	65 42	64 57	64 18	65	65 54	65 48	64 12
120	66 30	65 30	64 30	60	63 54	63 53	63 24
125	65 36	65 05	64 12	55	65 30	63 27	61 48
130	66 00	65 16	63 48	50	69 00	64 03	61 30
135	66 06	65 05	64 12	45	70 48	66 00	61 12
140	66 42	65 46	64 12	40	72 18	67 48	61 00
145	67 06	65 33	64 42	35	76 30	69 51	61 54

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.
150	67 00	65 09	63 48	30	76 00	71 15	65 48
155	67 54	65 45	64 12	25	74 42	72 12	67 12
160	69 30	67 09	64 00	20	73 48	72 07	67 48
165	70 36	69 20	67 06	15	72 18	71 11	68 12
170	71 36	70 40	67 54	10	70 48	70 02	67 42
175	77 12	73 43	67 30	5	70 18	69 32	68 12

Апрель

0	69 12	68 11	65 06	180	73 00	69 06	66 12
5	69 24	68 15	65 24	175	72 42	68 35	66 00
10	69 18	67 41	65 24	170	72 06	68 29	65 12
15	68 54	67 22	65 06	165	71 24	68 24	65 30
20	69 18	67 53	64 48	160	71 12	68 26	65 30
25	69 30	68 03	65 30	155	71 00	68 35	65 42
30	68 54	67 53	65 30	150	71 12	68 59	66 12
35	68 36	67 31	65 24	145	72 12	69 27	67 00
40	68 18	67 12	65 18	140	72 12	69 39	66 48
45	67 30	66 26	65 12	135	71 48	69 41	67 00
50	66 18	65 34	64 12	130	71 48	69 23	67 00
55	65 54	65 19	64 36	125	71 30	69 11	66 24
60	66 36	65 33	64 06	120	71 18	69 23	66 54
65	67 00	64 58	63 30	115	71 06	69 31	67 06
70	67 00	64 42	63 06	110	71 48	69 38	67 24
75	67 00	64 59	63 36	105	71 00	69 35	68 18
80	66 12	64 57	63 24	100	70 48	69 42	68 00
85	65 36	64 27	62 12	95	71 12	69 33	67 12
90	65 48	64 23	62 12	90	71 00	69 07	67 12
95	64 30	63 36	61 54	85	71 54	69 18	67 48
100	64 36	63 41	62 48	80	71 18	69 21	67 24
105	65 00	64 06	62 00	75	69 30	68 37	67 30
110	65 36	64 27	62 30	70	69 18	67 58	66 00
115	65 30	64 19	63 00	65	65 54	65 33	64 18
120	66 00	64 42	63 42	60	63 54	63 41	62 12
125	65 18	64 39	63 30	55	65 06	62 39	61 00
130	65 48	64 46	63 30	50	65 54	62 01	60 06
135	65 42	64 38	63 30	45	68 54	63 31	60 12
140	65 48	64 40	63 12	40	69 42	65 03	60 12
145	65 54	64 45	63 30	35	72 00	66 46	59 30
150	66 00	64 29	62 48	30	72 30	67 47	61 18
155	67 18	64 55	63 36	25	74 00	68 25	61 48
160	68 30	65 31	63 30	20	72 06	68 48	63 48
165	70 06	67 16	63 48	15	71 00	68 42	65 00
170	71 06	68 33	64 48	10	70 00	68 27	65 36
175	73 30	69 00	65 48	5	69 18	68 16	66 36

Май

0	68 30	66 45	64 12	180	69 48	66 14	64 54
5	68 48	66 44	64 24	175	70 00	66 09	64 06
10	68 00	66 03	62 42	170	69 48	65 51	63 00
15	68 24	66 03	62 42	165	69 48	65 34	62 12
20	68 54	66 01	62 48	160	69 54	65 39	62 00
25	69 00	65 59	63 30	155	70 00	65 45	62 00
30	68 48	66 14	63 42	150	69 54	65 55	62 48
35	68 00	66 13	64 00	145	70 12	66 37	64 06

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Мах град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Мах град. мин.
40	67 24	66 06	64 12	140	70 12	67 03	63 18
45	67 00	65 28	64 00	135	70 00	67 28	63 00
50	65 30	64 44	63 30	130	69 36	67 03	63 18
55	65 06	64 11	62 30	125	69 30	67 04	63 30
60	65 42	64 01	62 48	120	69 18	67 21	64 00
65	65 30	63 27	62 00	115	69 54	67 45	65 42
70	64 54	63 19	61 48	110	69 42	67 33	65 48
75	65 12	63 24	61 12	105	69 48	68 02	65 30
80	64 48	63 29	61 30	100	70 00	68 14	65 30
85	65 06	63 08	60 30	95	69 36	68 04	66 00
90	65 24	63 09	61 30	90	69 18	67 48	66 30
95	64 18	62 51	61 48	85	70 24	67 40	65 30
100	64 12	62 46	61 00	80	71 06	67 46	65 42
105	64 42	63 02	61 30	75	69 30	67 29	65 00
110	65 06	63 17	61 48	70	69 00	67 04	65 06
115	64 36	63 15	61 48	65	65 54	65 24	64 00
120	65 12	63 46	61 48	60	63 54	63 12	60 42
125	64 48	64 03	63 00	55	63 18	61 33	59 06
130	65 00	64 03	63 12	50	63 12	60 52	59 00
135	64 42	63 59	63 00	45	63 48	61 23	59 36
140	65 06	64 10	63 00	40	64 54	61 03	58 24
145	65 36	64 11	62 48	35	65 06	61 24	58 06
150	65 24	63 40	62 00	30	70 48	62 19	57 30
155	66 12	63 38	61 12	25	71 48	63 37	59 00
160	66 06	63 47	61 48	20	71 30	64 29	59 42
165	66 30	64 41	62 12	15	70 30	65 19	59 06
170	69 18	65 51	62 48	10	69 18	66 11	61 12
175	69 54	66 08	63 30	5	69 18	66 32	62 18

Июнь

0	68 00	62 20	59 24	180	67 42	65 06	62 12
5	68 12	63 26	58 30	175	67 12	65 02	61 48
10	67 12	63 24	60 00	170	67 12	64 32	61 12
15	67 00	63 20	60 12	165	66 12	63 59	61 12
20	67 24	63 34	60 36	160	66 30	63 51	61 12
25	66 48	63 38	59 30	155	67 00	64 09	61 00
30	67 18	63 58	60 00	150	67 36	64 30	61 48
35	67 30	64 11	59 30	145	68 48	64 59	62 30
40	67 18	64 22	59 48	140	69 24	66 01	63 30
45	66 00	64 14	60 48	135	69 12	66 18	62 48
50	65 12	63 36	61 06	130	68 48	66 09	63 00
55	64 54	62 57	60 06	125	68 42	66 15	63 18
60	64 00	62 21	59 48	120	68 48	66 16	64 12
65	63 48	62 00	60 06	115	68 54	66 26	64 12
70	64 12	61 23	59 18	110	69 00	66 33	64 06
75	64 06	61 14	59 12	105	69 00	66 43	63 48
80	64 06	61 30	59 12	100	69 30	66 57	63 24
85	63 48	61 22	59 30	95	69 00	66 40	63 54
90	63 18	61 36	59 30	90	69 30	66 28	63 00
95	63 30	61 47	59 48	85	69 30	66 18	63 30
100	63 18	62 00	60 12	80	69 12	65 47	62 24
105	63 42	62 20	60 12	75	69 18	65 14	62 06
110	63 24	62 16	60 30	70	68 24	64 38	61 00
115	64 12	62 38	61 12	65	65 54	64 05	60 30

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.
120	64 48	63 06	61 18	60	63 54	62 24	59 00
125	64 48	63 33	61 24	55	62 48	60 49	57 30
130	64 36	63 34	62 06	50	61 24	59 39	57 00
135	64 30	63 26	61 48	45	60 54	59 23	55 30
140	64 48	63 25	61 30	40	60 48	59 01	55 18
145	65 12	63 11	60 48	35	61 48	58 51	56 12
150	65 48	62 55	60 00	30	61 18	58 49	56 18
155	65 36	62 33	60 48	25	62 06	59 07	56 24
160	64 42	62 19	60 30	20	62 48	59 35	56 48
165	66 12	62 54	60 30	15	69 30	60 21	57 24
170	67 30	63 51	61 12	10	69 12	60 25	57 24
175	67 36	64 32	61 12	5	68 12	61 37	57 30

Июль

0	60 12	58 05	55 12	180	65 48	64 07	61 06
5	60 54	58 13	55 18	175	65 36	64 15	62 30
10	62 24	58 51	54 24	170	65 30	63 46	61 54
15	62 00	59 38	55 36	165	64 48	63 04	61 00
20	65 00	60 21	55 48	160	64 00	62 43	60 54
25	65 36	61 21	57 18	155	65 30	62 42	60 12
30	65 42	61 39	58 12	150	65 30	62 29	60 00
35	66 24	61 48	58 00	145	67 12	63 35	60 00
40	66 06	61 56	58 42	140	67 30	64 53	60 30
45	66 00	61 51	59 12	135	67 48	65 09	62 24
50	64 42	61 22	59 00	130	68 30	65 35	63 30
55	64 18	61 11	59 18	125	68 12	65 50	63 48
60	63 42	60 50	58 54	120	67 42	65 50	63 30
65	62 12	60 37	59 06	115	67 48	65 51	62 30
70	62 06	60 15	58 42	110	68 00	65 59	63 24
75	61 48	59 54	58 06	105	68 06	66 26	64 00
80	61 54	59 51	57 48	100	68 30	66 17	63 12
85	62 48	60 07	57 48	95	68 48	66 02	63 00
90	62 30	60 38	58 06	90	67 30	65 40	62 42
95	62 42	60 39	58 48	85	67 12	65 26	62 30
100	62 30	60 53	58 48	80	66 48	64 33	61 48
105	63 06	61 24	59 00	75	66 12	63 53	61 48
110	63 36	61 35	59 18	70	66 12	62 54	59 48
115	64 00	62 08	60 30	65	65 54	62 20	59 24
120	64 30	62 25	60 00	60	63 54	61 33	58 00
125	64 30	62 54	61 12	55	62 36	60 16	57 18
130	64 12	63 06	61 00	50	61 00	59 03	56 12
135	64 12	62 57	61 00	45	60 54	58 50	55 12
140	64 48	63 02	61 36	40	60 48	58 28	55 06
145	65 12	62 53	60 54	35	60 06	58 05	55 06
150	65 12	62 27	59 48	30	60 00	57 48	54 48
155	64 00	62 07	60 18	25	60 00	57 38	55 00
160	63 30	61 51	60 48	20	60 48	58 34	55 30
165	64 30	62 18	61 00	15	60 12	58 11	56 42
170	64 54	62 52	61 12	10	60 18	58 00	55 18
175	65 24	63 20	61 12	5	60 00	57 51	55 06

Август

0	60 12	56 14	53 54	180	65 48	63 50	61 30
5	60 06	56 36	53 30	175	65 42	63 49	62 00

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.
10	60 12	56 50	54 00	170	65 12	63 25	62 12
15	60 18	57 32	54 12	165	64 12	62 52	61 48
20	60 12	57 58	54 42	160	64 18	62 31	61 12
25	61 42	59 22	56 00	155	64 00	61 58	60 12
30	61 36	59 45	56 54	150	63 48	61 02	58 00
35	62 36	60 01	57 36	145	65 00	61 48	57 18
40	63 30	60 07	57 54	140	66 48	62 58	58 54
45	61 54	60 05	57 30	135	66 18	63 29	60 36
50	62 00	60 01	57 42	130	66 12	64 11	61 00
55	62 30	59 52	57 48	125	66 48	64 58	63 12
60	61 00	59 40	58 00	120	67 48	65 12	63 00
65	61 18	59 41	57 48	115	67 24	65 29	62 30
70	60 42	59 33	57 30	110	67 24	65 38	62 30
75	60 24	59 01	57 36	105	67 30	65 54	62 12
80	61 06	59 00	57 18	100	67 24	65 50	62 06
85	61 18	59 21	57 18	95	67 30	65 33	62 00
90	61 42	60 02	57 12	90	67 00	65 11	62 12
95	62 00	60 16	57 00	85	67 42	64 57	61 48
100	62 00	60 20	58 00	80	66 54	64 23	61 24
105	62 00	60 53	58 54	75	66 24	63 48	60 48
110	63 12	61 18	59 18	70	66 30	62 52	59 54
115	63 30	61 32	58 12	65	65 00	61 57	57 48
120	64 30	61 42	58 36	60	63 54	60 46	57 12
125	64 24	62 25	60 18	55	63 12	59 45	54 00
130	64 18	62 46	60 24	50	61 54	58 45	53 00
135	64 00	62 48	61 12	45	61 06	58 14	52 30
140	64 30	62 32	61 00	40	60 12	57 40	52 36
145	65 12	62 42	60 12	35	60 18	57 35	54 12
150	65 12	62 23	59 30	30	60 30	56 57	53 54
155	65 30	62 10	60 48	25	59 24	56 46	54 30
160	64 12	62 01	60 30	20	59 18	57 09	53 30
165	64 30	62 11	60 30	15	60 00	57 08	54 06
170	65 00	62 37	60 30	10	60 00	56 56	54 42
175	65 30	63 14	61 00	5	59 54	56 22	54 18

Сентябрь

0	59 36	55 57	52 12	180	65 24	63 46	61 48
5	58 36	55 22	52 00	175	65 12	63 53	61 12
10	58 00	55 09	52 00	170	65 18	63 29	60 30
15	58 30	55 40	53 00	165	65 30	63 09	61 12
20	59 12	56 08	53 24	160	65 18	62 58	60 54
25	60 00	57 34	53 18	155	64 36	62 21	59 30
30	60 24	58 39	55 36	150	64 30	61 23	58 30
35	60 54	58 56	56 48	145	64 48	61 01	57 48
40	60 54	59 04	57 00	140	64 12	61 35	58 48
45	61 18	59 10	57 06	135	65 48	62 52	59 48
50	62 36	59 16	57 30	130	66 42	64 05	61 06
55	61 54	59 31	57 54	125	67 06	64 49	62 18
60	61 42	59 25	57 18	120	67 00	65 12	63 00
65	61 42	59 26	57 18	115	68 12	65 29	63 12
70	61 30	59 23	56 42	110	69 30	65 38	63 54
75	62 00	58 53	56 18	105	69 06	65 46	64 12
80	62 06	58 24	55 30	100	69 18	65 53	63 00
85	62 54	58 46	56 12	95	69 06	65 37	62 30

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Max град. мин.
90	62 36	59 39	57 12	90	68 12	65 20	62 00
95	62 18	59 37	56 48	85	68 00	65 15	61 48
100	62 30	60 03	56 30	80	68 00	64 32	60 42
105	63 06	60 42	59 12	75	67 48	63 59	60 00
110	63 48	61 10	59 12	70	66 12	63 15	59 00
115	63 54	61 20	59 18	65	64 42	62 09	58 00
120	64 12	61 40	59 18	60	63 54	61 11	56 54
125	63 54	62 02	59 42	55	63 48	60 08	54 00
130	64 12	62 26	59 36	50	61 54	59 02	53 00
135	64 12	62 36	60 30	45	61 00	58 40	51 30
140	64 48	62 39	60 36	40	61 12	57 55	50 24
145	65 00	62 49	59 30	35	61 12	57 38	52 12
150	65 12	62 30	60 30	30	60 06	57 07	54 00
155	65 00	62 30	60 00	25	59 30	56 54	53 18
160	64 00	62 22	60 00	20	59 12	57 03	54 00
165	64 36	62 35	59 24	15	60 00	56 57	55 00
170	65 06	62 44	60 54	10	59 36	56 53	55 00
175	65 12	63 14	61 00	5	59 42	56 21	54 30

Октябрь

0	58 48	56 21	53 00	180	67 00	64 17	62 48
5	59 12	56 12	53 12	175	67 12	64 02	61 06
10	60 00	55 52	53 06	170	67 12	63 48	60 12
15	60 18	55 39	53 00	165	67 30	63 34	61 00
20	60 36	56 03	53 30	160	67 48	63 27	60 12
25	61 12	57 10	54 24	155	67 12	63 09	59 06
30	60 48	58 42	55 00	150	65 36	62 33	58 48
35	61 00	59 06	56 00	145	65 00	62 12	58 48
40	60 48	59 05	56 12	140	65 12	62 08	59 48
45	60 30	58 50	56 30	135	65 30	62 51	59 48
50	60 48	58 44	57 12	130	66 24	63 38	60 12
55	61 54	59 00	57 06	125	66 42	64 42	62 48
60	61 12	58 57	57 00	120	67 12	65 21	63 18
65	61 48	58 59	56 42	115	67 48	65 36	63 12
70	62 00	59 04	57 00	110	68 24	65 40	63 00
75	62 18	58 44	57 00	105	69 30	66 17	64 00
80	62 36	58 35	56 00	100	69 30	66 17	64 06
85	61 54	59 14	57 06	95	68 30	66 12	64 06
90	62 30	59 58	58 36	90	69 36	66 07	64 00
95	62 18	60 01	59 00	85	70 12	66 05	63 42
100	62 48	60 23	58 30	80	69 42	65 44	63 30
105	63 18	60 50	59 36	75	69 06	65 12	62 42
110	63 42	61 07	59 12	70	67 30	64 12	62 12
115	63 54	61 39	59 12	65	65 36	63 10	60 18
120	64 00	61 54	59 48	60	63 54	62 17	58 48
125	64 12	62 29	60 00	55	64 24	61 34	58 00
130	64 30	62 39	60 00	50	63 54	60 53	57 48
135	64 30	62 36	61 00	45	62 42	60 05	57 36
140	64 30	62 39	60 48	40	61 30	59 03	56 00
145	64 48	62 46	61 00	35	60 36	58 04	53 42
150	65 06	62 33	59 48	30	60 00	57 03	52 30
155	64 54	62 24	60 00	25	59 18	57 11	54 18
160	64 48	62 32	60 00	20	60 18	57 38	55 00
165	65 30	62 49	60 54	15	60 00	57 23	54 48

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Мах град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Мах град. мин.
170	65 42	63 12	61 48	10	59 54	57 01	55 00
175	65 30	63 40	62 12	5	59 12	56 43	53 42

Ноябрь

0	62 48	57 36	54 48	180	66 42	64 26	62 30
5	63 36	57 33	54 30	175	66 54	64 25	61 48
10	62 00	56 59	54 36	170	67 12	64 14	62 12
15	61 12	56 42	52 36	165	66 24	63 43	61 00
20	60 30	56 50	53 12	160	66 18	63 28	61 12
25	61 00	57 52	53 30	155	66 00	63 22	59 54
30	60 48	58 44	55 30	150	65 36	63 03	59 00
35	61 18	59 31	56 48	145	66 06	62 45	58 00
40	61 36	59 42	57 00	140	65 54	63 02	60 30
45	62 24	60 02	58 00	135	66 18	63 17	60 30
50	62 24	60 08	58 06	130	67 48	63 56	60 48
55	63 00	60 09	58 24	125	68 00	64 54	62 24
60	62 36	60 20	58 18	120	68 12	65 30	62 30
65	63 18	60 33	58 36	115	69 12	66 07	63 00
70	64 48	60 43	58 42	110	69 30	66 40	64 30
75	65 36	60 51	57 48	105	70 18	66 56	64 30
80	65 12	61 05	57 42	100	70 30	67 06	65 00
85	65 18	61 06	58 06	95	70 12	67 06	64 48
90	64 42	61 08	58 30	90	69 30	67 09	64 48
95	63 00	61 12	59 06	85	69 18	67 14	65 00
100	63 06	61 08	58 24	80	69 36	66 57	64 12
105	64 30	61 35	59 24	75	68 54	66 29	63 30
110	64 06	62 11	60 12	70	68 18	65 42	62 30
115	64 30	62 43	61 00	65	65 36	64 10	61 18
120	64 54	62 55	61 00	60	63 54	63 08	60 06
125	64 48	63 16	61 30	55	64 48	62 54	60 18
130	64 36	63 18	61 48	50	63 30	61 53	60 00
135	64 30	63 17	61 30	45	63 00	61 06	59 00
140	64 30	63 16	61 12	40	62 18	59 47	57 54
145	65 00	63 26	61 00	35	61 18	59 09	57 12
150	65 42	63 23	60 42	30	61 00	58 22	54 12
155	65 00	63 16	61 06	25	60 48	58 06	54 00
160	64 48	63 01	60 48	20	60 36	58 21	54 18
165	65 12	63 09	61 24	15	61 00	58 11	56 06
170	66 18	63 33	61 48	10	60 36	57 49	55 18
175	66 12	63 54	62 00	5	61 30	57 48	54 54

Декабрь

0	69 00	62 17	57 48	180	78 12	67 00	63 42
5	68 06	62 00	57 36	175	78 24	67 03	64 12
10	67 36	62 04	57 00	170	71 12	66 35	64 00
15	68 00	61 54	56 30	165	70 36	65 52	62 48
20	66 36	61 44	55 54	160	70 42	65 40	62 24
25	67 42	62 25	56 48	155	70 36	65 45	61 48
30	67 42	63 03	58 18	150	70 42	65 20	61 06
35	67 54	63 25	59 06	145	70 24	65 12	61 12
40	68 06	64 16	59 48	140	70 24	64 57	60 36
45	67 06	64 20	60 18	135	70 06	65 06	62 00
50	66 18	64 07	60 48	130	69 30	65 38	62 30
55	65 48	64 01	61 00	125	70 12	66 41	62 36

λ° в.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Мах град. мин.	λ° з.д.	Min град. мин.	Среднее град. мин.	Мах град. мин.
60	67 00	64 16	62 06	120	70 18	67 11	63 30
65	67 00	64 20	62 00	115	70 30	67 37	64 00
70	67 48	64 22	62 12	110	71 06	67 54	65 12
75	69 00	65 00	62 36	105	70 36	68 29	66 00
80	65 48	64 15	62 36	100	70 30	68 33	66 24
85	65 54	63 36	60 00	95	70 18	68 26	66 30
90	66 24	63 40	61 48	90	70 00	68 25	66 06
95	64 42	63 03	61 42	85	70 18	68 25	65 42
100	64 54	62 59	61 18	80	70 00	68 09	65 06
105	65 06	63 38	62 00	75	69 00	67 40	64 30
110	65 12	64 00	62 24	70	68 42	66 54	63 30
115	65 00	64 00	62 42	65	65 54	65 06	61 12
120	65 30	64 24	62 30	60	63 54	63 44	62 24
125	65 30	64 30	63 30	55	66 00	63 25	61 00
130	65 18	64 22	63 30	50	65 48	62 22	59 24
135	65 00	64 14	63 30	45	65 12	61 48	58 54
140	66 42	64 56	62 36	40	65 30	61 05	58 18
145	67 06	65 29	63 36	35	66 06	60 44	57 30
150	66 30	64 46	63 06	30	74 06	60 54	57 30
155	65 48	64 27	62 54	25	73 48	61 03	57 30
160	66 30	64 17	62 12	20	72 12	61 25	57 48
165	67 48	64 43	62 30	15	71 36	61 56	58 00
170	71 18	65 20	62 12	10	69 48	61 26	56 30
175	77 36	66 15	63 30	5	69 24	61 53	56 12

Примечание. Курсивом выделены значения широт, которые соответствуют широте побережья в месте пересечения с указанным меридианом. Это означает отсутствие льда на меридиане вплоть до берега.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Перечень и основные характеристики антарктических стационарных полей

Название полиньи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Море Уэдделла						
Залив Эребус и Террор	63°40' — 64°30' ю.ш., к западу от 56° з.д.	Тд	100	III	4,9	100
Района 68°—69° ю.ш.		ДТ2	100	XI	1,5	100
				III	1,6	100
Района купол Стил — мыс Дикон	71° — 73°15' ю.ш.	ДТ4	100	XII	3,6	100
Юго-западного «угла» моря Уэдделла	К югу от 73°15' ю.ш., к востоку до 52° з.д.	ТД1	75	XI	10,2	100
	Восточная граница: 48° з.д., далее до 47° з.д., к северу	Т	83	II	28,1	100
Района 48°—52° з.д.				II	11,5	100
Залива Гулд						
Восточной части шельфа ледника Фильхнера	от 77°20' ю.ш.	Т	82	II	24,3	100
Района залива Фазель — мыс Фазель	47° — 40°30' з.д. 40°30' — 34° з.д.	Т	77	II	25,8	100
	34° — 30° з.д.	Т	56	II	20,8	100
Района мыс Фазель — мыс Роль	30° — 27° з.д.	ТД4	87	XI	5,7	71
				II	7,6	100
Шельфового ледника Бранта	27° — 25° з.д.	Т	86	II	13	100
	(северо-западная оконечность «языка» ледника)					
Района шельфового ледника Бранта — мыс Весткапп	25° — 19° з.д.	Тт	87	I	19,5	100
Шельфового ледника Рисер-Ларсена	19° — 12° з.д., к югу от 71° 20' ю.ш.	ДТ4	89	XII	12,8	100

Название полыньи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км²	Вероятность наличия, %
Район море Узделла — море Лазарева						
Района мыса Норвегия —залив Атка	13° — 9° з.д. (к северу от 71°20' ю.ш.)	ДТ4	82	XII	6,4	100
Залива Атка	9° — 6°45' з.д.	ДТЗ	78	XII	1,2	87
				IV	0,7	100
	6°45' — 3° з.д.	Д	96	X	1,8	100
				IV	1,3	100
Бухты Мускегбутта	3° — 1° з.д.	Д	90	XI	0,9	100
				III	0,7	83
Море Лазарева						
Шельфового ледника Фимбулсен	1° з.д. — 3°30' в.д.	Дт	72	X	1,2	100
Залива Неупокоева	3°30' — 6° в.д.	Дт	83	IV	0,3	100
				XI	1,2	71
Безымянной бухты	6° — 7° в.д.	ДТЗ	44	III	0,7	100
				XII	0,5	50
Залива Дублицкого	7° — 8° 30' в.д.	ДТЗ	86	III	0,1	40
				XII	1,5	100
Залива Сергея Каменева	8°30' — 10° в.д.	ДТ2	77	III	0,7	100
				XII	1,4	100
Района 10°—12° в.д.	10° — 12° в.д.	ДТЗ	64	III	1,1	100
				XII	1,9	87
Залива Ленинградский	12° — 15° в.д.	ДТ6	90	III	1,3	60
				X	3,8	75
				I	2,7	80
				III	2,5	100

Название полыньи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Района 15° — 18° в.д. Бухты Эрскин Бухты Годел Бухты Брейдвика Бухты Брехилсен и Тангехиллен Района полуостровов Хилетанген — бухта Вествика Бухты Вествика	<i>Море Рисер-Ларсена</i>					
	15° — 18° в.д.	Дг	55	XI	0,7	57
	18° — 20°30' в.д.	ДТ5	86	III	0,4	66
				XI	0,7	86
				I	0,6	80
	20°30' — 23° в.д.	Дд	40	III	0,8	100
				XI	0,4	57
	23° — 25° в.д.	ТД5	86	III	0,8	50
				XI	0,7	71
				II	1,2	100
	25° — 27°30' в.д.	ТД5	84	XI	1,0	57
				II	1,3	100
Полуострова Рисер-Ларсена Залива Лютцов-Хольм Берега Принца Улафа Залива Алашеева	<i>Море Космонавтов</i>					
	33°30' — 36° в.д.	ДТ2	89	XII	1,2	100
				IV	0,9	100
	36° — 40° в.д.	ДТ5	72	XI	0,6	71
				II	0,6	100
	40° — 44° в.д.	ТД3	69	IV	1,8	66
				XI	0,6	71
				II	1,8	100
				IV	1,0	75
	44°30' — 46°30' в.д. (мыс Керби)	ДТ5	66	XI	0,7	71
				II	1,1	50
				IV	1,7	75

Название польныйи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Залива Лена Залива Амундсена Западной части выступа Земли Эндерби	46°30' — 48°30' в.д.	Дд	66	XI	0,4	62
	48°30' — 50° в.д.	ДТ1	64	IV	1,3	75
	(к югу от 66°20' ю.ш.)			XII	1,0	89
	50° — 54° в.д.	ТД5	69	III	1,8	75
				XI	1,5	89
				II	1,8	100
<i>Море Содружества</i>						
Района мыс Баттерби — мыс Борли	54° — 55°30' в.д.	ДТ6	57	XI	1,6	78
				II	0,3	100
Полуострова Эустнес	55°30' — 57°30' в.д.	ТД5	48	IV	0,6	100
	(к северу от 66°40' ю.ш.)			XI	0,9	66
Залива Эдуарда VIII	57° — 60° в.д.	Дд	48	II	1,2	100
				X	0,8	50
Района п/ст Моусон	60° — 64° в.д.	ТД1	86	III	3,5	100
				XI	2,0	90
Района мыса Флетчер Берега Ларса Кристенса	64° — 66°30' в.д.	Т	86	I	9,0	100
	66°30' — 69° в.д.	ТД5	86	I	7,5	100
Полуострова Бьеркёдден	69° — 71° в.д.	ТД5	89	XI	6,8	100
				I	9,5	100
Залива Маккензи (включая барьер шельфового ледника Эймери)	70° в.д. (к югу от 67°40' ю.ш.) —	ТД5	96	XI	3,6	100
	73°30' в.д. (к северу от 69°20' ю.ш.)	ТД2		I	3,5	100
				II	—	100
				IV	5,9	100

Название полыньи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Залива Прюдс Северо-западной оконечности Западного шельфового ледника	70° — 83° в.д. (к югу от 67°20' ю.ш.)	ТД4	97	ХІІ	47,0	100
				ІІ	64,7	100
	78° — 83° в.д. (к северу от 67°20' ю.ш.)	ТД3	97	ХІ	1,6	100
				І	5,0	100
				ІІІ	3,0	100
<i>Море Дейвиса</i>						
Бухты Карелина Района бухты Карелина — мыса Максимова	83° — 85°30' в.д.	ТД5	96	ХІ	2,6	100
				ІІ	3,3	100
	85°30' — 88° в.д.	ТД1	82	ХІ	1,4	100
				І	4,7	100
Выводного ледника Филиппи Заприпайная моря Дейвиса	88° — 90° в.д.	ДТ5	66	ХІ	1,1	75
				І	1,4	66
	90° — 94° в.д.	ТД1	80	ІV	1,3	33
				ІХ	1,2	100
Острова Дригальского Моря Дейвиса Района мыса Визе	К западу от острова	ТД6	43	І	—	100
				ХІ	2,8	62
	90° — 95°30' в.д. 95°30' — 98° в.д.	Т ДТ6	93 81	ІІ	—	100
				ІІ	29,1	100
Бухты Малыгинцев Бухты Миловзорова	97°30' — 100°30' в.д.	Д	58	ХІ	2,1	66
				ІІІ	2,3	25
	100°30' — 103° в.д.	ДТ5	100	ХІ	3,7	100
				І	4,9	100
				ІІІ	4,5	100
<i>Море Моусона</i>						

Название полыньи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Района к востоку от купола Боумен	103° — 105°30' в.д.	Дд	95	XI	2,1	100
Бухты Винсенс	105°30' — 111° в.д.	ТД5	95	III	2,6	90
Берега Бадда	111° — 114° в.д.	ТД5	82	XI	7,9	100
				II	14,0	100
				XI	3,3	87
				II	3,8	100
Район море Моусона — море Д'Юрвиля						
Района мыс Пойнсетт — мыс Симонова	114° — 116°30' в.д.	ТД5	97	XI	2,8	100
Залива Миклухо-Маклая	116°30' — 118°30' в.д.	Дг	57	II	2,9	100
				XI	1,7	100
Айсбергового языка Долтона	118°30' — 121°30' в.д.	Дд	100	III	0,6	75
				XI	5,4	100
Северо-западной оконечности шельфового ледника Воейкова Восточной части шельфового ледника Воейкова Бухты Порнес	122°30' — 124° в.д.	Дд	91	III	14,0	100
				XI	1,2	100
	124° — 126° в.д.	Дд	90	IV	3,3	100
				XI	0,9	86
Айсбергового языка Дибла	126° — 130° в.д.	ДТ3	94	IV	5,5	100
				XII	4,2	100
	130° — 135° в.д.	ДТ4	100	IV	1,4	100
				XII	10,7	100
Море Д'Юрвиля						
Района бухты Виктор	135° — 137° в.д.	ДТ3	50	XII	0,8	67
Района мыса Бикертон — выводного ледника Астролаб	137° — 140° в.д.	ТД6	87	IV	0,3	50
				XI	3,8	100
Района выводного ледника Астролаб. — мыса Олден	140° — 142° в.д.	ТД1	77	II	3,1	100
				XI	2,6	67
				II	5,3	100

Название полыньи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Выводного ледника Мерца (включая бухты Коммунуэлт, Уогт, Бьюкенен) Бухты Дисапойнтмент	142° — 146°30' в.д. (к северу от 67° ю.ш.)	ТД4	100	ХП	19,2	100
	146°30' — 149°30' в.д.	ТД4	97	П	16,0	100
				ХП	18,4	100
				П	13,2	100
<i>Море Самова</i>						
Бухты Дикин Шельфового ледника Кука Района выводного ледника Матусевича — мыс Вильямсон Выводного ледника Томилина Района ст. Ленинградская Залива Кооперация Района залив Обь — бухта Юл Района мыс Дейнмен — мыс Адэр	149° — 151° в.д.	Дг	50	Х	0,7	57
	151° — 153°30' в.д.	Д	61	Ш	0,3	40
	157° — 158° в.д.	Дд	50	Х	0,9	40
	158° — 159°30' в.д. 159°30' — 160°30' в.д.	Дд	87	П	1,1	60
	160°30' — 163° в.д.	ТД6	44	ХП	0,3	83
	163° — 167°30' в.д.	ТД1	59	И	0,6	50
	167°30' — 170°30' в.д.	ТД1	52	ХП	1,1	100
				И	0,3	75
<i>Море Росса</i>						
Острова Коулмен Бухты Вуд Залива Терра-Нова Залива Мак-Мёрдо	72°40' — 73°40' ю.ш.	ТД1	52	Х	0,5	66
	74° — 74°40' ю.ш.	ТД2	60	П	0,4	33
	74°40' — 75°40' в.д.	С	100	ХП	0,5	66
	75°40' — 78° ю.ш., 163° — 167° в.д.	Т	70	И	1,6	100
				ХП	1,0	33
				И	2,9	100

Название полыньи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Шельфового ледника Росса	167° в.д. — 165° з.д. (до бухты Бей-оф-Уэйлс)	Тт	96	I	522	100
Полуострова Эдуарда VII	165° — 157° з.д.	Тт	80	I	28,1	100
Район Русской						
Северного побережья полуострова Эдуарда VII	157° — 154° з.д.	Т	78	I	3,8	100
Залива Салзбергер	154° — 152° з.д.	Т	96	I	4,8	100
	152° — 145°30' з.д.	ДТ6	88	XI	5,4	100
Шельфового ледника Никерсона	145°30' — 140°30' з.д. 140°30' — 138° з.д. 138° — 135° з.д.	Т ДТ4 ТД1	87 96 82	III	1,8	66
				I	6,1	100
				XII	3,1	100
				XI	2,4	100
Западной окраины шельфового ледника Гёца Района остров Форрестер	135° — 132° з.д. 132° — 129°30' з.д.	С ТД3	100 86	II	6,3	100
				II	5,5	100
				XI	1,0	100
				I	5,5	100
Залива Ригли	129°30' — 126° з.д.	ТД2	95	III	0,7	100
				I	11,2	100
Море Амундсена						
Залива Рассел	126° — 121° з.д.	ТД1	93	XI	1,3	100
Западной части моря Восточной части моря	121° — 110° з.д.	Т	100	I	4,0	100
	110° — 104° з.д.	ТД1	100	XI	57,2	100
			II	18,9	100	
					43,9	100

Название полыньи	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Северного побережья полуострова Терстон	104° — 96° з.д.	ДТ5	84	XI	3,3	66
Залива Сераф	96° — 89° з.д.	ДТ2	100	I	7,5	100
				III	6,9	100
				XII	6,3	100
				IV	7,3	100
Шельфового ледника Венабла	89° — 85° з.д.	ДТ2	93	XII	1,4	100
Берега Брайана	85° — 78°30' з.д.	ТД4	100	IV	1,4	100
				XII	12,3	100
Залива Ронне	К востоку от 78°30' з.д., к югу от 72° ю.ш. 72° — 70°40' з.д.	С	100	II	11,1	100
Полуострова Бетховен	76° — 70° з.д.	ТД1	100	II	14,3	100
				XI	4,9	100
				II	12,6	100
				XI	4,8	100
Северного побережья Земли Александра I	76° — 70° з.д.	ДТ6	100	II	1,7	100
				IV	2,5	100
				XI	3,8	100
				II	2,2	100
Залива Маргерит	К западу от 71° з.д., 69° — 68° ю.ш.	ТД6	100	III	2,4	100
Северной части залива Маргерит	К востоку от 71° з.д., 68° — 67°10' з.д.	Т	71			
Западное побережье Антарктического полуострова						
Острова Аделейд	К западу от острова между 68° и 66°40' ю.ш.	Дт	100	XI	7,1	100
				IV	1,5	100

Название полыны	Границы	Тип, подтип, разновидность	Средняя вероятность наличия в навигационный период, %	Период максимального развития		
				Месяц	Средняя площадь, тыс. км ²	Вероятность наличия, %
Залива Мага Южной части пролива Грандилье Район островов Биско	67°10' — 66°20' ю.ш. 66°20' — 65°40' ю.ш. К западу от островов между 66°40' и 65° ю.ш.	Тг Тг Дг	63 89 100	II	2,2	100
				II	1,8	100
				XI	5,8	100
				IV	1,6	100

**ЛЕДОВЫЕ УСЛОВИЯ ПЛАВАНИЯ
И ПРОВЕДЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ У ПОБЕРЕЖЬЯ АНТАРКТИДЫ**
Методическое пособие

Подписано в печать 21.11.2020
Формат 60×90 1/16
Тираж 50

Печать цифровая
Печ. л. 7,75
Заказ №

Отпечатано ИП Келлер Т.Ю.
194044, Россия, Санкт-Петербург, ул. Менделеевская, 9.