

Памяти полярного гидрографа Кобленца Якова Павловича

Инженер-гидрограф И. Я. Кобленц

**РЕМЕСЛО ШТУРМАНА
САННО-ТРАКТОРНЫХ ПОЕЗДОВ —
МАСТЕРА ЛЕДОВЫХ ПЕРЕПРАВ В АРКТИКЕ**

Рекомендации по организации санно-тракторных поездов и практическому использованию ледяного покрова морей Северного Ледовитого океана в качестве ледовых переправ, взлётно-посадочных полос, грузовых площадок



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
СКИФИЯ-ПРИНТ

2016

УДК 656.022.3

ББК 39.1

К55

Кобленц И. Я.

К55 Ремесло штурмана санно-транспортных поездов — мастера ледовых переправ в Арктике: справочное пособие. — СПб.: Скифия-Принт, 2016. — 92 с.

В брошюре рассматриваются вопросы организации санно-тракторных поездов и морских ледовых переправ в Арктике.

ББК39.1

© И. Я. Кобленц, 2016

© Скифия-Принт, 2016

ВВЕДЕНИЕ

Во второй половине прошлого века в Арктике происходило комплексное развитие и изучение этого стратегически важного региона СССР. Строились и модернизировались морские и речные порты, аэропорты, благоустраивались посёлки и города на трассе СМП. Был создан атомный ледокольный флот, специализированные транспортные суда ледового класса, современный гидрографический флот. Функционировала уникальная сеть полярных станций на побережье, ежегодно организовывались дрейфующие станции «Северный Полюс» и ВВЭ «Север», шла разведка углеводородного сырья и многое другое.

Для обеспечения безопасности мореплавания по трассе Северного Морского Пути в навигационно-гидрографическом отношении, в 1933 году было образовано Гидрографическое управление ГУСМП, преобразованное в 1964 году в Гидрографическое предприятие ММФ СССР. Руководство ГП ММФ учитывало, что арктическая навигация длилась не более трёх месяцев в году и поэтому, создавало на базе своих структурных подразделений гидрографические и лоцмейстерские отряды для производства работ в зимне-весенний период с февраля по май. Эти отряды базировались на санно-тракторные поезда (СТП) и вездеходные поезда (ВП).

Они занимались промером со льда, строительством и ремонтом навигационных знаков, установкой радиоизотопных источников питания, доставкой ГСМ и материалов на свои полярные станции и объекты, оперативным обеспечением круглогодичной навигации на Норильск. Протяжённость маршрутов СТП и ВП доходила до тысячи километров, например: Диксон-архипелаг Норденшельда-мыс Челюскина, причём движение осуществлялось не только по тундре, но и по морским заливам и проливам. СТП представлял собой мобильное подразделение, предназначенное для организации автономной работы экспедиции в течение трех месяцев. ВП решали кратковременные, не более недели, оперативные задачи.

В состав СТП входили:

- 1) Автотранспортные средства — тракторы и тягачи различных модификаций.
- 2) Средства для перевозки грузов — сани, волокуши, емкости.
- 3) Средства для проживания и обеспечения нормальной работы и жизнедеятельности личного состава — балки различных конструкций.

На период перехода СТП или ВП от базы до места предстоящих работ, приказом начальника Гидрографической базы, из опытных инженеров-гидрографов назначался «штурман санно-тракторного поезда». На него возлагалась полная ответственность за штурманскую и ледовую проводки, а также за жизнь и здоровье вверенного личного состава. Мне довелось, работая в Диксонской и Провиденской гидрографических базах с 1972 по 1989 год провести два десятка тяжёлых санно-тракторных поездов, при этом всегда часть пути проходила по ледовому припаю. Самой серьёзной штурманской проводкой в своей практике считаю, переход СТП из села Гыда в порт Диксон в 1980 году. Протяжённость маршрута 500 километров, из них 350 километров по ледовому припаю Гыданского залива, пролива Олений, пролива Овцына, Енисейского залива.

СТП состоял из четырёх тракторов Т-100, пяти балков и трёх грузовых саней общим весом около 130 тонн. Переход продолжался шесть суток.

Мой опыт проводок СТП, ВП и организации морских ледовых переправ в Арктике нарабатывался в течение двадцати лет, при этом я не допустил ни одного случая провала техники под лёд, поэтому не исключаю, что он, будет кому-то полезен?!

Может возникнуть вопрос, почему так называется брошюра? Привожу значение слова:

«Ремесло — мелкое ручное производство, основанное на применении ручных орудий труда, личном мастерстве работника, позволяющем производить высококачественные, часто высокохудожественные изделия». Такое определение, на мой взгляд, полностью относится к успешно выполненной проводке СТП.

Двадцать лет назад в Россию были завезены первые GPS навигаторы, а сегодня практически каждый автомобилист имеет

GPS с картой России или всего мира в своей машине, и по праву может считать себя штурманом.

Понятие «штурман санно-тракторного поезда — мастер ледовых переправ в Арктике» несколько шире — это полярный специалист, обладающий железной волей, непререкаемым авторитетом, большим объёмом знаний и практических навыков.

Он должен знать и уметь:

1. Проанализировать предстоящий маршрут, проложить его на топографической или морской навигационной карте, рассчитать магнитные (компасные) курсы.
2. Читать по картам рельеф и соотносить с ним возможности своей техники.
3. Пользоваться магнитным компасом.
4. Рассчитывать по времени азимут Солнца и Луны.
5. Ориентироваться по Полярной звезде.
6. По фазе Луны прогнозировать величину приливо-отливных явлений.
7. По направлению и силе ветра прогнозировать возможность отрыва ледового припая, зон сильного торожения, а также мест образования наледи.
8. По температурному режиму региона прогнозировать толщину ледяного покрова.
9. Правильно «скомпоновать» сцепы, предварительно «намертво» увязав многотонный груз, и выстроить походный ордер. Уметь быстро связать разорвавшийся трос большого диаметра с помощью двух тракторов. При необходимости сесть за рычаги вездехода или трактора.
10. Подойдя к ледовому припаю, приступить к изысканию безопасной морской ледовой переправы с одновременным движением СТП.

САННО-ТРАКТОРНЫЕ ПОЕЗДА. ШТУРМАН САННО-ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА

§ 1. Штурманская подготовка к походу СТП

Ниже я остановлюсь на практических моментах, которые обязательны при подготовке к походу СТП:

1. Получив задание, необходимо по всем имеющимся материалам изученности проанализировать и выбрать наиболее безопасный маршрут.
2. Не следует к переходу протяжённостью 50–100 км относиться с меньшей ответственностью, чем к переходу 500 и более км.
3. Подготавливая к походу тяжёлый, громоздкий СТП, который пойдёт не только по тундре, но и по морскому ледовому припаю нужно предусмотреть оптимальный срок выхода из базы: а) чтобы толщина льда достигла допустимой величины и выдержала СТП, б) часть рабочего дня выпадал на светлое время суток, в) гидро-метеоусловия благоприятствовали выходу из населённого пункта. При соблюдении этих условий адаптация участников похода будет проходить быстро.
4. Каждый СТП, выходящий в поход по необследованной трассе должен иметь штурманский вездеход, а если СТП состоит из 4–6 и более сцепов (возов), то и вездеход сопровождения с опытными рабочими для оказания помощи трактористам при манипуляциях со сцепами (сцепка, расцепка, увязка груза, заправка и ремонт тракторов).
5. В 60–90 годы прошлого века вездеходов не хватало, и опытные штурманы выполняли проводку СТП, следуя в кабине головного трактора. При форсировании трещин и других подозрительных мест штурман покидал свой трактор и руководил проходом каждого сцепа, отслеживая состояние трещины, стоя прямо на ней в метре от проходящего трактора, если

ощущался «надлом» льда, то для следующего сцепа выбиралось новое место перехода.

6. Готовясь к походу по ледовому припаю, начиная с момента становления льда, следует следить за направлением штормовых ветров с целью прогнозирования опасных явлений — полыньи, трещины, наледи итд. Например: штормовой ветер, дующий из вершины залива способен сдвинуть ледяной массив площадью 2–3 тыс. кв. км. и образовать полыньи и трещины, которые замерзают, но толщина льда в них значительно меньше чем у окружающего льда, что может стать причиной провала техники, если не быть постоянно «начеку» и не проверять толщину льда при малейшем подозрении — небольшое торошение, изменение цвета поверхности льда и др. Штормовой ветер, дующий в вершину залива в течение нескольких дней способен выдавить наледь глубиной 30–100 см, особенно если берег отмельный. Такая наледь может стать непреодолимой преградой для СТП и придётся делать многокилометровый объезд препятствия.
7. При прокладке курса и удержании на нём СТП, следует учитывать направление «застрогов», образовавшихся как в тундре, так и на льду. «Заструги» могут достигать высоты 80–100 см и на морозе обладать такой крепостью, что не разрушаются гусеницами тракторов, а торсионы вездеходов и ходовые тракторов подвержены разрушению при движении перпендикулярно к направлению «застрогов», поэтому полосы таких «застрогов» лучше преодолевать под углом 30–45° или временно идти вдоль них, даже если это увеличивает протяжённость пути.

§ 2. Способы удержания транспортных средств на курсе

В современных условиях при наличии GPS — навигаторов, открытых топографических карт масштаба 1: 200000 или морских навигационных карт на всю Арктику, не составляет большого труда проложить маршрут и выдерживать его по точкам, забитым в навигатор. Ниже я остановлюсь на традиционных методах работы недавнего прошлого, когда навигаторов не было. Кстати, навигатор как любой прибор может выйти из строя и тогда пона-

добыться знания ориентирования с помощью компаса, по Солнцу, Луне, Полярной звезде.

1. Удержание транспортного средства на курсе с помощью магнитного компаса:

- а) штурман снимает с морской навигационной карты или топографической карты истинный курс (истинный азимут), учитывает магнитное склонение и получает компасный курс:

$$КК = ИК(ИА) \pm d_w^E$$

- б) к КК прибавляет 180° и получает обратный компасный курс ОКК, выставляет визир компаса на значение ОКК, отходит от вездехода по ходу предстоящего движения на 30 метров, стоя лицом к вездеходу и разворачивает таким образом, чтобы его борт был параллелен линии ОКК, после чего начинается движение в заданном направлении, стараясь максимально долго не уклоняться с курса, для этого нужно использовать имеющиеся ориентиры: Луну, звёзды, рельеф местности, заструги, направление ветра. Корректировать направление движения нужно через 3–5 километров, повторяя описанную выше процедуру.
2. Удержание транспортного средства по заданному азимуту (ИК) в солнечную погоду с использованием простейшего «астрокомпаса», представляющего собой фанерку с полушаровой разграфкой (через $7,5^\circ$) и со штоком в центре для получения тени. Он устанавливается на капот вездехода. При движении постоянным курсом штурман учитывает поправку за вращение Солнца один раз в полчаса, подворачивая вездеход так, чтобы тень от штока совместились со следующим делением.
 3. Удержание транспортного средства на курсе по направлению ветра:
Штурман устанавливает вездеход в нужном направлении по компасу и фиксирует, откуда дует ветер, через промежутки времени 5–10 минут, высываясь из люка вездехода и «ловя» ветер, корректирует направление движения. Можно упростить эту процедуру, установив на крыле вездехода «колдунчик», при начале движения скорости ветра и вездехода суммируются и колдунчик, занимает определённое положение.

Задача вездеходчика удерживать его в этом положении. Наиболее удобно ориентироваться по ветру встречных направлений, кроме того, что этот ветер хорошо ощущается при высовывании из люка, его можно видеть по «позёмку» как днем, так и ночью в свете фар. Ветер попутного направления самый неблагоприятный, он создаёт сильные завихрения, снег тает на стекле, потом замерзает, «дворники» не работают, тогда штурман выходит из кабины и идёт впереди вездехода, так чтобы водитель его видел в приоткрытую левую дверь. Таким образом, можно пройти до 20 километров, после чего штурману придётся менять нижнее белье, так как оно будет насквозь мокрым.

4. Удержание транспортного средства на курсе по направлению «застрогов».

«Заструги», наметённые последней сильной пургой, обычно имеют одно направление, т.е. располагаются параллельно друг другу, поэтому выставив вездеход по компасу в заданном направлении можно удерживать курс по ним, выдерживая один и тот же курсовой угол между направлением движения вездехода и направлением «застрогов».

5. Использование приливных трещин или гряд прибрежных торосов для ориентирования при езде вдоль береговой линии. При таком ориентировании нужно точно представлять толщину льда, толщину снежного покрова, глубины, возможность появления наледи, после чего принимать решение о маршруте либо под самым берегом, либо наоборот мористее приливной трещины или гряды прибрежных торосов. Не следует двигаться вдоль трещины на расстоянии менее 20 метров от неё — это может привести к провалу техники.

§ 3. Движение СТП в условиях ограниченной видимости

Различные правила по технике безопасности и охране труда по-разному интерпретируют возможность движения СТП в условиях ограниченной видимости.

На мой взгляд, движение СТП «вслепую», когда горизонтальная видимость при пурге менее 50 м, может, осуществляется как вынужденная мера опытным штурманом, чётко представляющим маршрут. Курс по тундре прокладывается в стороне от обрыва-

стых берегов заливов, бухт, рек, озёр с тем, чтобы избежать падения с обрыва. Курс по льду прокладывается с расчётом не попасть в зону живых трещин, наледи, торосов, которые могут быть спрогнозированы на основании знаний гидрографических, гидрометеорологических, ледовых условий района. Начинающему штурману при такой погоде следует остановиться и «пурговать».

При сильной «попутной пурге» или «белой мгле» лучше двигаться в тёмное время суток так как, хотя бы видны фары движущейся техники, которые не увидишь днём, и прослеживается след идущего впереди сцепа. Если двигаться необходимо по старому следу, даже сильно замётённому, то в темноте в свете фар он будет немного заметен, а днём или в сумерки его не отследить.

§ 4. Практика формирования СТП

При формировании СТП, которому предстоит идти как по тундре, так и по ледовому припаю учитываются следующие факторы: 1) предполагаемая толщина льда и снежного покрова на нём, а также возможность встречи больших площадей наледи или торосов; 2) характер тундры, рельеф и толщина снежного покрова на ней. По этим факторам подбираются тягачи (тракторы). Если тундра низменная, относительно ровная без камней, а на льду планируется встретить наледь, то следует брать тягачи на «болотных» или «полуболотных» гусеницах. Если тундра каменистая, а на льду ожидаются мощные заструги, то следует брать тягачи на обычных гусеницах, либо «полуболотных». Разумеется, если такая техника имеется в подразделении, либо довольствоваться той, которая есть, и соответственно под неё планировать маршрут.

По предполагаемой толщине льда рассчитать его грузоподъёмность, на основании которой составлять сцепы. По весу сцепы можно разделить на: лёгкие — до 25 тонн, средние — 25–35 тонн, тяжёлые — 35–50 тонн, сверхтяжёлые более 50 тонн. При выезде на полевые работы в январе — феврале следует составлять лёгкие или средние сцепы, а при возвращении в базу в апреле — начале мая, можно формировать тяжёлые сцепы. Сверхтяжёлые сцепы, обычно тянуться двойной, тройной или четверной тягой, но для этого нужно иметь сработавшуюся команду трактористов (машинистов), если таковой нет, то лучше не экспериментировать. При езде двойной, тройной тягой, тягачи (тракторы) сцепля-

ются между собой стальными буксирными тросами диаметром 22–28 мм и длиной 10–15 метров.

В качестве буксирных тросов, за которые крепятся сани и балки, в зависимости от их веса, используются тросы диаметром 16–19 мм.

Сцепы следует составлять таким образом, чтобы скорость их движения была примерно одинаковая, независимо от мощности тягачей, т.е. на более мощный тягач делается большая загрузка. Обычно на фаркоп трактора цепляют тяжёлую единицу, более лёгкая идёт сзади на тросе. В сцепах, состоящих из 2–3 единиц, последним ставится жилой балок, в котором могут находиться сменные водители и рабочие. Балки должны иметь выход в сторону, а не назад.

При подготовке к переходу в балках всё оборудование, инструменты, вещи крепятся «по походному». Грузовые сани загружаются топливом, строительными материалами, агрегатами и т.д., с расчётом при необходимости без особых трудностей добраться до нужных вещей, после чего устанавливаются ограничительные стойки из бруса 20×20 см и всё «обтягивается» тросом 10–12 мм вездеходом или трактором «намертво». (Виды сцепов и саней см. фото 1–7.)

§ 5. Возможности автотранспорта по преодолению наледи

Наледь глубиной 20–30 см преодолевают любые гусеничные вездеходы, и колёсные грузовые полноприводные автомобили «Урал», «КАМАЗ».

Наледь глубиной 40–60 см преодолевают тракторы Т-100 М на полуболотных и болотных гусеницах, а также ГТТ при наличии 2–3 машин.

Наледь глубиной 60–100 см преодолевают тракторы Т-130, Т-170 на болотных гусеницах, продавливая её до льда, при этом необходимо иметь как минимум два трактора. Бывают случаи, когда трактору Т-130 или Т-170 одному не удаётся протащить через наледь даже одну лёгкую единицу, тогда ему в помощь следует придать один-два ГТТ, которые будут идти впереди него на малой скорости, не продавливая верхний слой наледи и «поддёргивать» трактор тянущий груз.

При организации зимника на ледяном покрове с наледью, необходимо продавить гусеницами снежно-водную массу до льда и дать ей промёрзнуть.

В восьмидесятые годы на Чукотке подразделениями «Сельхозтехники» практиковалась перевозка грузов, а/м «ЗИЛ-157», которые встречая большие площади наледи, преодолевали её в «связках» по 5–8 машин, в случае пробуксовки выдёргивая друг друга либо вперёд, либо назад, таким образом, продавливая наледь «набивали» след. Машины между собой сцепляли маниловыми швартовными канатами диаметром 50 и более мм, длиной 8–10 метров. (Работу техники в наледи см. фото 9–11.)

§ 6. Обустройство полевого лагеря из санно-тракторного поезда на ледовом припае с целью производства промера со льда

При производстве промера со льда в обширных акваториях, таких как Гыданский или Енисейский заливы, Мечигменская губа, с целью оптимизации работ полевой лагерь ставился прямо на ледовом припае. Выбиралось относительно ровное место без сквозных трещин, наледи и торосов со снежным покровом 20–30 см, тщательно обследовалось, измерялась толщина льда, она должна была быть не менее 90 см, делался расчёт грузоподъёмности ледяного покрова. По объективным данным начальник подразделения принимал решение об обустройстве лагеря, при этом он лично следил за состоянием ледяного покрова, прогибом льда, появлением под снегом воды и т. д. В случае возникновения опасности он принимал необходимые меры — либо рассредотачивал балки, либо перебазировал лагерь на новое место. Обычно лагерь устанавливался «водилами на преобладающий ветер». Балки ставились в шахматном порядке, с расстоянием друг от друга 10–15 метров. Балок-дизельная ставилась несколько в стороне от жилых балков на расстоянии 25–30 метров, вокруг него на ночное время вставляли промерные вездеходы 5–6 единиц и подключались на «электроподогрев», чтобы с утра выехать на промер. Балок-баня ставилась на некотором удалении от лагеря из соображений пожарной безопасности. Все сани с ГСМ также для обеспечения противопожарной безопасности ставились отдельно, в 100–150 метрах от лагеря там же оставлялись тракторы, которые

разогревались АПЛ. Электропитание балков происходило по кабелям, подведённым в виде воздушных линий. При обустройстве лагеря под лыжи балков и полозья саней подкладывалась сепарация в виде половинок кругляка, длиной один метр и заводились старые тросы для «подрезки». Делалось это потому, что за время стоянки на одном месте балки и сани примерзали и заносились снегом, поэтому без такой процедуры их сдвинуть с места было невозможно даже двумя тракторами. Отработав с такой стоянки необходимый район, перебирались на следующую. По окончании работ основная часть балков и саней вытаскивалась на берег, устанавливалась на брёвна, чтобы за лето не утонули в тундре, и оставлялась под надзором сторожей до следующей зимней экспедиции, а тракторы и вездеходы, которым был запланирован ремонт, уходили на базу в порт Диксон или Провидения. (Лагерь на льду и на берегу см. фото 12–19.)

§ 7. Ориентировочные скорости передвижения автотранспорта

При планировании СТП или ВП для расчёта времени прибытия к месту назначения и необходимого запаса топлива следует ориентироваться на следующие скорости при походе по «целине» на относительно ровном ледовом припае и по замёрзшей болотистой или торфяной тундре:

1. Санно-тракторный поезд, трактора Т-100 — 10–12 км/час.
2. Пара гусеничных транспортёров «ГТТ» — 15–18 км/час.
3. Пара гусеничных транспортёров «ГТС» — 12–15 км/час.
4. Пара гусеничных транспортёров «ГАЗ-47» — 8–12 км/час.
5. Автопоезд из нескольких «ЗИЛ-157» или «Урал» с автоматической подкачкой колёс — 6–8 км/час.

На ледовом припае с торосами и каменистой тундре скорости будут ниже.

§ 8. Допустимая полная масса некоторых тракторов и автомобилей

Наиболее используемая техника:

1. Трактор Т-100	13 тонн.
2. Трактор Т-130	14,5 тонны.
3. Трактор Т-170	16,5 тонны.
4. Трактор К-700 (Кировец)	13 тонн.
5. Вездеход ГАЗ-71	5 тонн.
6. Вездеход ГАЗ-34039	6 тонн.
7. Вездеход ГТТ	10 тонн.
8. Самосвал КРАЗ-256 Б	24 тонны.
9. Автомобиль Урал-375	13 тонн.
10. Автомобиль КАМАЗ-4310	14 тонн.

§ 9. Практические наблюдения, связанные с проводками СТП

1. Крутой подъём со льда на берег, который вездеход «ГАЗ-71» осиливает на второй пониженной передаче непреодолим для трактора Т-100, идущего в «полном грузу». Понадобиться помощь либо ГТТ, либо второго трактора.
2. Бывают ситуации, когда трактору, тянущему тяжёлый сцеп немного не хватает мощности для равномерного движения — идёт постоянное переключение скоростей, тогда можно подцепить даже лёгкий вездеход «ГАЗ-71», который будет оказывать помощь и избавит от лишних переключений и остановок.
3. Трактор Т-100, оставленный в тундре при температуре минус 30°, через неделю стоянки смогли «раскатать» только тремя тракторами Т-100, используя стальные буксирные тросы диаметром 28 мм, остальные рвались как нитки.
4. Гряда торосов на трещине обнаруживается в любую погоду на расстоянии, позволяющем вовремя остановиться. Так в тёмную лунную ночь, даже при включённых фарах торосы будут «просматриваться» на расстоянии 1 км, а ночью без Луны

в сильную пургу гряда торосов обнаруживается в свете фар на расстоянии 30–50 метров.

5. Зимой узкий фарватер, проходящий через обширные акватории мелководья, покрытые льдом, лежащем на грунте, хорошо заметен как «ложбина» ограниченная приливными трещинами.
6. Ледовая переправа, проложенная в проливе с сильным течением, при наличии в нём «банок» в весенний период может быть «промыта» снизу в очень короткий срок, вплоть до того, что «набитый след» на снегу остаётся, а льда под ним нет.
7. При сильном устойчивом ветре из открытого моря вглубь залива, бухты, пролива, покрытых ледовым припаем на расстоянии 10–15 километров наблюдается плавное волновое колебание льда, причём лёд кроме приливных трещин, может больше не иметь изломов.
8. Через свежий ледокольный канал при температуре ниже минус 25° вездеход «ГАЗ-71» проходил через сутки после прохода каравана, крошево хорошо смерзлось и выдерживало данную машину.
9. Весной, к концу дня прочность ледяного покрова и снежного наста понижается, а к утру становится наибольшей, поэтому в этот период, лучше передвигаться и работать в ночное время.

§ 10. Реки, озёра, лагуны по пути следования СТП

Реки, озёра, лагуны по пути следования СТП в определённых условиях являются либо удобными трассами для движения тяжёлых сцепов, либо серьёзными, а порой непреодолимыми препятствиями. Поэтому, до выхода в конкретный маршрут необходимо чётко определиться будут ли они помощниками или вредителями.

1. В случае движения СТП по руслу реки необходимо знать, что наиболее слабый лёд бывает: а) на поворотах реки; б) над валунами и повышениями дна, омываемыми быстрым течением; в) у обрывистых берегов; г) в узких протоках; д) в зарослях камыша и кустарника. Наибольшую опасность представляют быстрые порожистые реки.
2. Место для ледовой переправы на реках следует выбирать там, где удобные пологие спуски, широкое русло, замедленное те-

- чение. При этом следует планировать спуск на лёд и подъём на противоположный берег у «выпуклых» берегов, а не «вогнутых», так как у «вогнутых» берегов обычно глубины больше, а сам берег круче. (сведения о реках см. Приложение № 2.)
3. Если на реке имеется полынья, то искать место для возможного перехода следует выше по течению от открытого участка.
 4. Узкие речные русла с надувами у обрывистых берегов следует пересекать трактором без груза, а потом груз протаскивать на длинном буксирном тросе.
 5. В устьях тундровых, не промерзающих до дна рек шириной 60–100 метров, впадающих в море, приливные трещины в начале зимы проходят посередине русла, а с увеличением толщины льда появляются приливные трещины под берегами. Лёд в этих устьях следует считать морским, а не пресноводным.
 6. На маловодных реках подо льдом могут образовываться пустоты (сушняк), и тогда лёд ломается небольшими нагрузками.
 7. В лагунах, особенно мелководных, при сильных нагонных ветрах и сизигийных приливах образуется наледь.
 8. В озёрах с началом весеннего таяния на льду образуется «снежно-водная каша» и их лучше обходить стороной.
 9. В устьях рек, впадающих в море, с началом весеннего таяния образуются большие площади воды под снегом, которые следует обходить «мористее» приливных трещин по ледовому припаю, иногда удаляясь в море на несколько километров.

§11. Организация форсирования леδοкольного канала в Енисейском заливе санно-тракторным поездом гидрографического отряда № 2 Диксонской гидробазы 20 апреля 1980 года

Необходимость перебазирования отряда была вызвана завершением десятилетней программы промера со льда в Гыданском заливе. Гыданский залив является мелководным, и вывезти имущество отряда судном-снабженцем было невозможно.

Поэтому по предложению руководства Диксонской гидробазы, ГП ММФ СССР дало «добро» на проведение такой операции и даже прислало своего представителя.

Сложность операции заключалась в наличие в Енисейском заливе ледокольного канала, так как в этом году происходила круглогодовая навигация на Дудинку.

Было принято решение организовать ледовую переправу через ледокольный канал вблизи бухты Бражникова в период трёхнедельной паузы между рейсами. Бригада, возглавляемая главным инженером гидробазы А. Г. Дивинцом прибыла к месту работ с мотопомпой и шанцевым инструментом. Канал шириной около 50 метров тщательно обследовали, минимальная толщина естественного льда в нём была 30 см, что явно недостаточно для перегона тракторов весом 13 тонн. Бригада выровняла полосу через канал, срубив торосы, а затем с помощью помпы выполнила «намораживание» искусственной «сморози», используя куски торосов и снег. Учитывая, что температура держалась около минус 20°, а вода, в этом районе опреснённая удалось довести совместную толщину естественного льда и «сморози» до одного метра, сверху эта полоса была укатана вездеходом ГТТ и пару дней промерзала. В результате получился «ледовый мост-понтон» длиной около 50 метров и шириной 12 метров. 20 апреля к переправе подошёл СТП состоящий из четырёх тракторов Т-100, пяти балков и трёх грузовых саней общим весом около 130 тонн. Мы с представителем ГП ММФ осмотрели сооружение, опробовали ГТТ и приступили к переправе. На первом тракторе за фаркоп завели длинный буксирный трос диаметром 22 мм для страховки, но трактор прошёл спокойно. После этого пропустили ещё два трактора и на длинном буксире стали перетаскивать балки и сани, которые к переправе подтягивал четвёртый трактор. Тракторы работали на второй передаче. Вся операция заняла четыре часа, после чего вышли на тундру, сформировали сцепы, переночевали и рано утром вышли в путь, во второй половине дня 21 апреля были в Диксоне. (Процесс «строительства» ледового моста и переход по нему см. фото 20–26.)

§ 12. Организация высокоинтенсивной, большегрузной ледовой переправы через пролив Шарапов Шар (п-ов Ямал, Карское море) зимой 1995–1996 гг.

АО «СибтрансАрктика» вело строительство портопункта Харасавэй в устье одноимённой реки на северном берегу пролива

Шарапов Шар. В навигацию 1995 года проводилось углубление фарватера и на о-ва Шараповы Кошки, был вывезен громадный объём песчано-гравийной смеси (ПГС), около 300000 м³, который зимой по ледовой переправе, протяжённостью 250-300 метров они собирались перевезти на строительную площадку. Организовать ледовую переправу подрядился НТЦ «Надымгазпрома», но так как в его составе были только «теоретики ледовых переправ», то в качестве практика пригласили меня.

Задача осложнялась тем, что: а) до 20 ноября в проливе работал ледокол; б) температурный режим был неблагоприятный — часто температура поднималась до 0°С; в) сильное течение тормозило процесс намерзания льда; г) «Заказчик», находившийся в Надыме «давил», чтобы начинали перевозки не заботясь о безопасности работ, так как не понимал и не представлял, что это такое.

Моя задача заключалась в выработке рекомендаций, обеспечивающих безопасную работу всех видов задействованного транспорта, руководству ПСМУ-1 и УМИАТу. Я наметил 7 профилей, на которых вёл наблюдения за нарастанием ледяного покрова, при этом один из профилей был выбран специально в зоне торошения, после работы ледокола. Здесь толщина льда была на 10–15 см больше толщины естественного ровного льда. В этой зоне при минимальной толщине 78 см уже 06.01.1996 г. через пролив перегнали экскаватор «Хитачи» весом 36 тонн, перекрыв приливные трещины настилами, сваренными из буровых труб диаметром 10 см, шириной 80 см и длиной 11 метров. Систематические перевозки ПГС самосвалами «КРАЗ-256 Б», общим весом 24 тонны, смогли начать только 25.01.1996 г., когда толщина льда на дорогах достигла 72–75 см. Я предложил и реализовал схему, по которой были закольцованы три дороги — по двум шли гружённые, а по третьей шёл порожняк. Было организовано два таких кольца, что удовлетворяло нужды строительства до 500 рейсов в сутки (см. схему дорог. Приложение № 1).

Результатом сезона явилось следующее:

1. С 25 января по 12 апреля был вывезен весь запас ПГС в объёме 260 000 м³ или 416 000 тонн.
2. Сделано более 36 000 рейсов «под завязку», гружённых «КРАЗов».

3. Всего эксплуатировалось семь дорог, по каждой из которых прошло около 6000 гружённых и 6000 порожних «КРАЗов».

Всё это показало бессмысленность «гонки» на начальном этапе работ, когда лёд был недостаточно прочным, бессмысленность намораживания слоя искусственного льда из морской солёной воды, которую с завидным упорством качали «под снег» мотопомпой рабочие «Заказчика», несмотря на мои протесты. Эта вода не замерзала при температуре минус 15°С и превращалась в налесь. На поверку оказалось бессмысленным, даже название переправы, придуманное местными водителями — «дорога смерти», так как никаких инцидентов не произошло.

§ 13. Примеры и краткий анализ нестандартных ситуаций при работе на ледяном покрове в Арктике

1. В марте 1973 года, для обеспечения промерных работ гидрографического отряда № 2 ГСМ, было необходимо завезти санно-тракторным поездом топливо с о. Вилькицкого на о. Шокальского. СТП из 4-х тракторов Т-100 с санями находился на базе гидроотряда о. Шокальского. В качестве штурмана СТП пошёл начальник отряда. Во время перехода была обнаружена старая всторошенная трещина с толщиной льда на кромках 90–100 см. Штурман выбрал место, обследовал его, оценил трещину как неопасную и начали переезд. Три трактора прошли нормально. Трактористу последнего трактора показалось, что проход между торосами узок, и он решил его расширить, сбив ближайший торос ударом гусеницы трактора. Штурман шёл на первом тракторе, и остановить тракториста уже не мог, а тот несколько раз ударил торос, с разрушением которого трещина лопнула, и трактор затонул вместе с санями. Тракторист успел выскочить, отделался лёгким испугом, частичным возмещением нанесённого материального ущерба, переводом на три месяца в рабочие. Соответствующие наказания понёс начальник отряда.
В данной ситуации следовало просто срубить верхушку тороса ломиками и пешнями, которые были с собой, а не наносить динамический удар.

2. В конце января 1976 года, я в качестве штурмана выполнял проводку СТП по маршруту п. Диксон — м. Песчаный в Гыданском заливе. СТП состоял из 4-х тракторов Т-100 с возами общим весом 25 тонн каждый. В районе м. Бражникова нас остановила свирепая пурга южного направления, и пришлось пурговать 5 суток. После пурги СТП благополучно перешёл замёрзший ледокольный канал в Енисейском заливе и пришёл на о. Олений. Далее при переходе с о. Олений через Гыданский залив, не доходя 25 км до м. Северная Карга, в условиях плохой видимости по «проседанию» кормы вездехода ГАЗ-47, на котором веду штурманскую проводку, обнаруживаю занесённую снегом трещину с тонким льдом 10–15 см, шириной 4–5 метров. При подходе СТП останавливаю его в 200 метрах от трещины на ночёвку. Пока было светло, обследовал трещину, кромки её имели толщину 90–110 см. Ночью, так как не спалось, каждый час выходил с фонарём и наблюдал, что с ней происходит. Ветер был благоприятный — северный, температура минус 30°, трещина потихоньку сужалась, происходило торошение. С рассветом на вездеходе поехали к м. Северная Карга, на который выбрасывало плавниковый лес, нашли шесть брёвен длиной 6 метров, диаметром около 30 см и притащили их к трещине. Нашёл место, где трещина сузилась до 120 см, срубили торосы, уложили брёвна на трещину, по три бревна под каждую гусеницу, скрепили их скобами, вырубленными здесь же из арматуры. Отцепили тракторы и три из них по «мосту» перегнали через трещину. Четвёртый трактор по одному балку (саням) подтягивал их к трещине на 15–20 метров, здесь цепляли на буксир длиной около 50 метров и тракторами, находящимися на той стороне перетаскивали рядом с мостом прямо по трещине, лёд держал. После этого последний трактор по мосту форсировал трещину. Через несколько часов СТП был на берегу м. Северная Карга, а далее вдоль берега дошёл до м. Песчаного. Я ещё раз убедился, что в таких походах нельзя расслабляться ни на минуту — это грозит страшными последствиями.
3. В марте 1977 года гидрографический отряд № 2 Диксонской гидробазы стоял на льду Гыданского залива, на траверзе м. Мамонта, выполняя промер со льда. Зима была относительно

тёплая, а соответственно снежная, толщина льда около 90 см. Лагерь отряда состоял из 14 единиц балочного хозяйства и 9 единиц гусеничной техники, общим весом около 150 тонн. Учитывая, что лёд довольно тонкий для этого района я, будучи начальником отряда, постоянно вел наблюдения за его состоянием. Готовились к перебазировке на место следующей стоянки, внезапно началась снежная тёплая пурга, длившаяся несколько суток, вокруг балков нанесло сугробы высотой 1–1,5 метра, что создало дополнительную нагрузку на лёд. На третьи сутки пурги, делая утренний осмотр лагеря, вокруг балка-дизельной, где стояла вся гусеничная техника, общим весом около 65 тонн, обнаружил выступившую из подо льда воду слоем 25–30 см. В экстренном порядке разогрели и завели всю технику, по мере готовности техники рассредоточили балки. После того как завели два трактора Т-100 и ГТТ, их совместными усилиями выдернули балок-дизельную из ямы с водой, образовавшуюся вокруг неё. Как только пурга стала стихать лагерь перебазировали на новое место. Этот случай ещё раз свидетельствует о необходимости при стоянках на льду вести постоянные наблюдения за его состоянием и быть готовым к форс-мажорным ситуациям.

4. В конце апреля 1979 года санно-тракторный поезд лоцмейстерского отряда Диксонской гидробазы возвращался в Диксон, завершив строительство навигационных знаков в архипелаге Норденшельда. Штурман не имел в своём распоряжении вездехода и осуществлял проводку СТП, следуя в первом тракторе, всего шло три сцепы. В районе реки Убойная, не доходя до Диксона около 80 км, и устав от «тряски» в тракторах по бесснежной тундре, штурман принял решение и спустился с тундры на ледовый припай. Пройдя, некоторое расстояние СТП встретил старую, всторошенную трещину, штурман визуально оценил её как не опасную и без тщательного обследования на своём тракторе форсировал её. Второй трактор последовал его примеру и на трещине, идя «след в след» практически мгновенно провалился вместе с санями, которые буксировал. Люди из обоих тракторов увидели, что произошло и оставив технику бросились к «майне». «Майна» была заполнена крошечным льдом, обломками саней, пустыми

бочками. Люди находились в шоке, время шло и все понимали, что тракторист погиб, вдруг в ледяном крошеве появилась рука, штурман и трактористы бросились плашмя на крошево и выдернули живого тракториста. Тракторист Виктор Шевцов, недавно демобилизованный десантник в данной ситуации проявил хладнокровие и мужество, находясь в закрытом тракторе на глубине 17 метров, он понял, что пока кабина полностью не заполнится водой дверь ему не открыть. Он встал на сидение, скинул ватник и дышал воздухом, который оставался. Когда кабина полностью заполнилась ледяной водой, он сделал последний вдох, открыл дверь и поплыл вверх, где брезжил свет. Уже без сознания вытолкнул руку через ледяное крошево.

В данной ситуации вина лежит на штурмане, так как он не произвёл обследования трещины и не организовал её форсирования, так как это положено, а именно:

- 1) тракторы пропускать по одному с открытыми дверьми и люками;
- 2) самому стоять прямо на трещине рядом с проходящим трактором, тогда бы он почувствовал надлом или подвижку льда под первым трактором, и соответственно второй трактор был бы пропущен в другом месте, либо весь СТП снова был бы выведен на тундру.

Этот случай я знаю по рассказам очевидцев, но описывая его спустя 35 лет, вновь содрогнулся, представив ситуацию, и порадовался счастливой развязке.

5. 18 мая 1985 года из села Янракыннот в порт Провидения (Чукотка) по традиционной, необслуживаемой ледовой трассе пролива Сеньявина, протяжённостью 40 км вышел вездеход ГТТ «Сельхозтехники», через три часа вслед за ним вышел вездеход ГАЗ-71 «Торгконторы». В проливе Йыэргын ГТТ «свалился» с набитого следа и пробуксовал, но выбрался из ямы и ушёл дальше, шедший за ним по следу ГАЗ-71 забуксовал в этой же яме, продавил лёд и затонул на глубине 25 метров. Пассажиры не пострадали и ушли пешком в ближайшее село Новое Чаплино.

Комиссия РИК, членом которой был назначен и я, прибывшая через сутки к месту происшествия, обнаружила следующее:

- 1) на месте провала вездехода образовалась промоина 200 на 100 метров;
- 2) на подходах к промоине под «набитым» следом практически отсутствовал лёд;
- 3) в промоине наблюдалось сильное течение, которое интенсивно разрушало ледяной покров.

Вывод был следующий: недалеко от места провала вездехода находится банка Лысенко, которая создавала беспорядочное вихревое движение воды и лёд как бы «слизывался» этими потоками снизу, а ввиду того, что наблюдения за толщиной льда никем не велись, своевременно запретить движение РИК не успел.

6. В начале одной из зим, ориентировочно 1984 или 1985 года в центре пролива Сенявина жители села Янракыннот обнаружили громадное стадо белух, зажатое льдами. Две «майны», в которых происходил постоянный «круговорот» животных имели площади около 500 м² и 300 м². Численность животных по подсчётам специалистов превышала тысячу штук. Они постоянно совершали круговое движение снизу вверх с тем, чтобы дышать, из-за этого движения вода не замерзала даже при 30° мороза. В конце января гидрографическая партия Провиденской гидробазы вышла на промер со льда в Мечигменскую губу. При проходе пролива Сенявина в дневное время эти майны были нами замечены на расстоянии 5 км по локальным зонам парения (тумана). В ночное время при хорошей видимости они обнаруживались на расстоянии 300 метров, но во время пурги представляли явную опасность. РИК обязал ОВД оповещать всех выезжающих в этот район об опасности.
7. 19 декабря 1987 года вездеход ГАЗ-71 Провиденской гидробазы из Провидения направлялся в ближайшее село Новое Чаплино (25 км), при внезапно начавшейся пурге сошел с грунтовой дороги, ушёл в сторону моря, вышел на лёд бухты Ткачен и в 500 метрах от берега забуксовал, проломил тонкий лёд и затонул на глубине около 10 метров. Все люди вовремя покинули машину и добрались до маленькой избушки на полуострове Матлю, где пережидали пургу. Узнав, что вездеход

в назначенное время не пришёл в Новое Чаплино, мной был направлен ГТТ во главе с завгаром на его поиски с приказом «идти по следу». Приказ был в точности выполнен и вечером в условиях сильнейшей пурги ГТТ провалился в «майну» от вездехода ГАЗ-71. ГТТ был в хорошем состоянии, на нем работала система откачки, поэтому он держался на плаву около двух суток, пока не подошла аварийно-спасательная группа на двух тракторах с бухтой троса. К ГТТ вручную был заведён буксирный конец диаметром 19 мм и длиной около 500 метров. Затем двумя тракторами, находившимися на берегу он был вытащен из «майны» на лёд и своим ходом дошёл до берега. Через 2–3 недели, когда лёд приобрёл необходимую прочность, затонувший ГАЗ-71 был зацеплен водолазом и поднят с помощью специальной металлической конструкции. Никто из участников этого происшествия не пострадал благодаря их умению ориентироваться в сложных экспедиционных условиях и поддержке друг друга.

В данной ситуации водитель ГАЗ-71 не выполнил правил ТБ, предписывающих в случае потери дороги остановиться и ждать улучшения погоды. У поисковой группы на ГТТ не было альтернативы, так как был приказ идти по следу ГАЗ-71, вряд ли им можно поставить в вину провал в «майну». При видимости 10–20 метров «майну» забитую ледяной крошкой и снегом из кабины ГТТ увидеть невозможно.



Фото 1. Два легких сцеля — трактор 13 тонн, два балка каждый по 7 тонн. Длина каждого сцеля по 25–27 метров. Идут по припаю в архипелаге Норденшельда. Диксонская гидробаза.

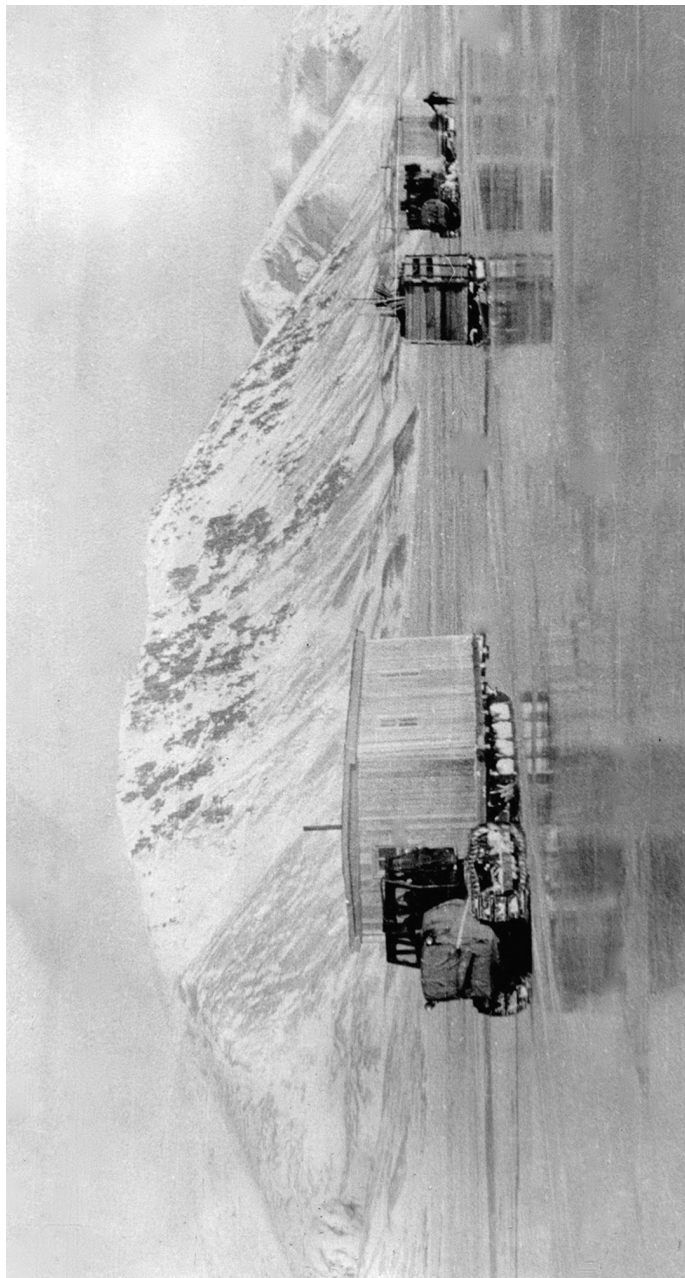


Фото 2. На переднем плане средний сцеп — трактор 13 тонн, балок 7 тонн, грузовые сани с ГСМ 10 тонн, загружены в два яруса и увязаны по-походному. Балок установлен на полозьях, конструкция крепкая, но при езде по торосам во избежание травм людям в нем находиться нельзя. Идут по замерзшей, как каток наледи в вершине залива Лаврентия. Провиденская гидробаза.

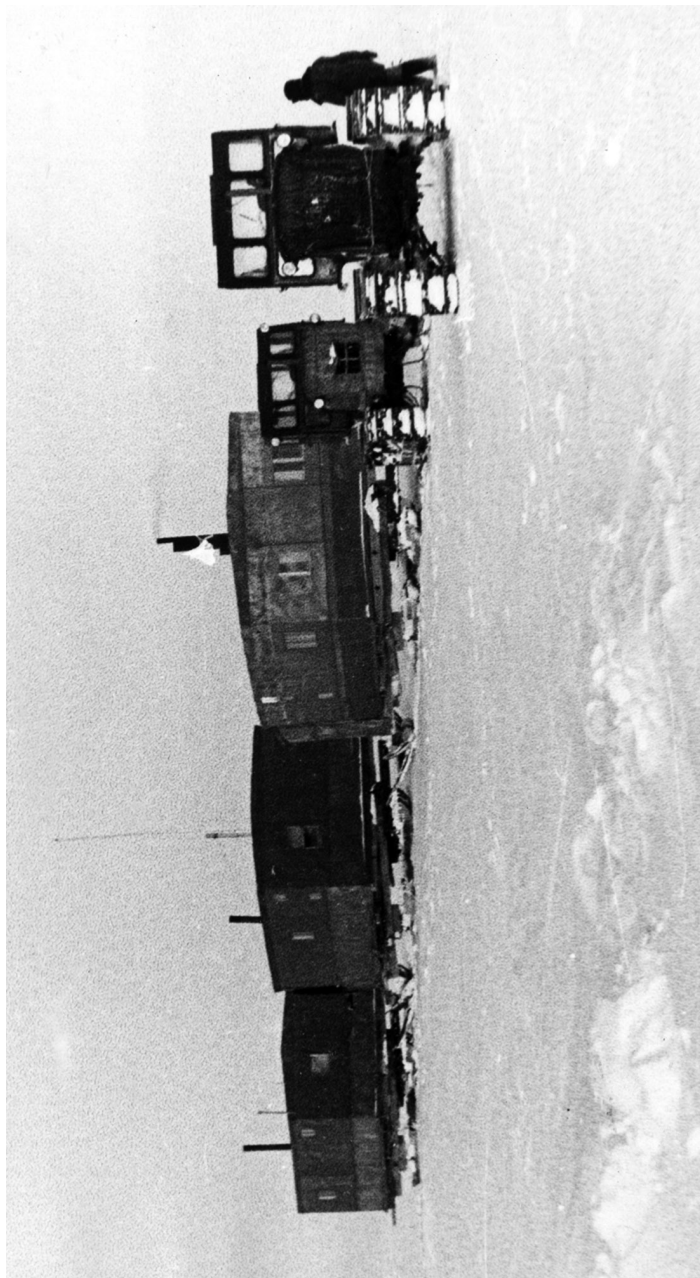


Фото 3. Тяжёлый сцеп — 2 трактора по 13 тонн и 3 балка по 7 тонн. Это конструкция балков Диксонской гидробазы, они установлены не на сплошных полозьях, а на лыжах, при этом передние лыжи поворачиваются как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях, задние в вертикальной плоскости. Очень хорошо зарекомендовали себя при езде в торосах. Общая длина сцепа — 50 метров. Ёданский залив. Диксонская гидробаза.



Фото 4. Тяжёлый сцеп — 2 трактора по 13 тонн, 2-е саней по 8 тонн, балок идёт в сцене последним, так как в нём на ходу отдыхают сменные трактористы. На санях видны мощные вертикальные стойки из бруса на случай установки второго яруса бочек. Ыданский залив. Диксонская гидробаза.



Фото 5. Сверхтяжёлый сцеп — 3 трактора по 13 тонн, 4 балка по 7 тонн. Данное построение было вызвано форс-мажором — у второго и третьего тракторов не работало по одному фрикциону и они были неуправляемы. При таком построении первый трактор задавал направление, а второй и третий тянули. Общая длина сцепа — 80 метров. Сзади идёт лёгкий сцеп. Гыданский залив. Диксонская гидробаза.



Фото 6. Видна конструкция ходовой части балка Диксонской гидробазы. Подвеска с передними лыжами является поворотной, работает как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях. Задние лыжи работают только в вертикальной плоскости. Благодаря такой конструкции балок может ходить по «восторошенным» участкам.



Фото 7. На заднем плане грузовые сани с вертикальными стойками. Предназначены для перевозки ГСМ в бочках. Можно загружать в два яруса, разделяя сепарацией из досок. Помещается 50 бочек. Общий вес с саними составляет 13–14 тонн.



Фото 8. В крышу трактора Т-100 «врезан» аварийный люк, что являлось обязательным условием оборудования тракторов, работавших в экспедициях на ледовом припае.



Фото 9. Момент протаскивания балка через глубокую наледь. Один трактор на полуболотных гусеницах был бессилен, пришлось подцеплять ещё 2 ГТТ. На крыше трактора открыт и зафиксирован аварийный люк. Пролив Сенявина. Провиденская гидробаза.



Фото 10. Трактор «полуболотоход» в наледи глубиной 80 см не может протолкнуть полупустые сани. Аварийный люк на крыше и двери трактора закрыты, что является грубейшим нарушением ТБ при работе в такой ситуации. Пролив Сенявина. Провиденская гидробаза.

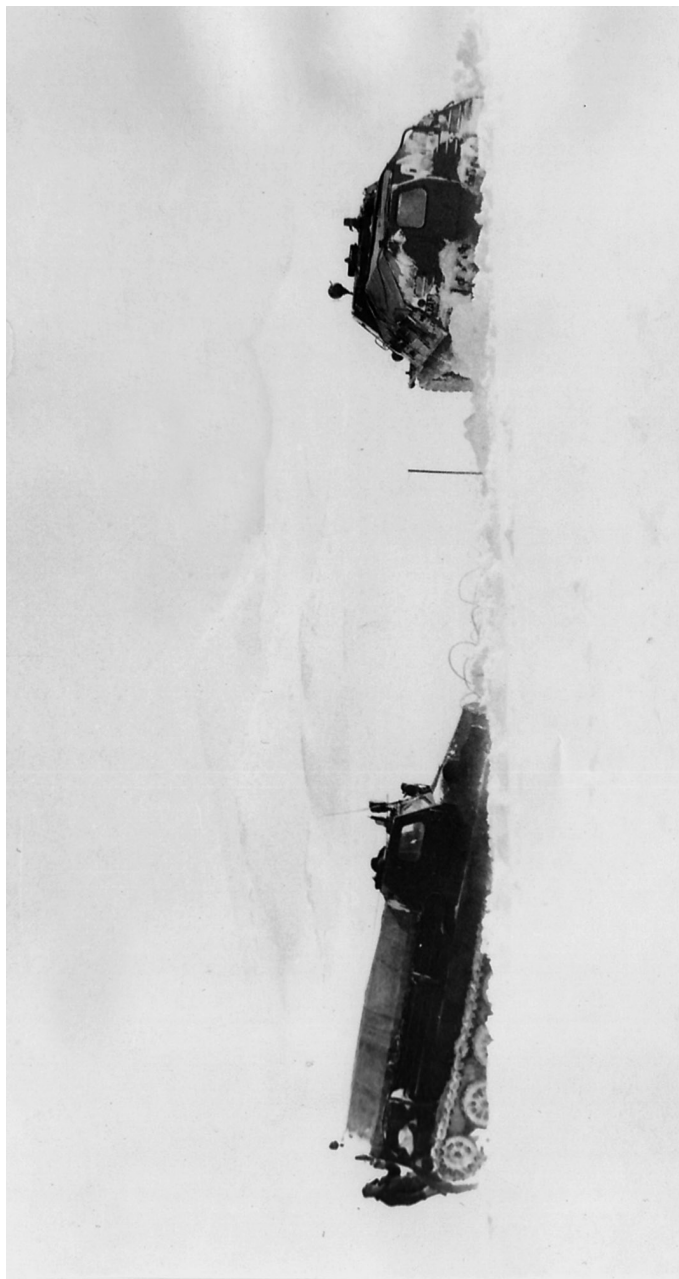


Фото 11. Два ГГТ движутся с большим трудом по наледи глубиной 80 см, вытаскивая друг друга. Пролив Сенявина. Провиденская гидробаза.



Фото 12. Лагерь гидрографического отряда Диксонской гидробазы на ледовом припаяе.

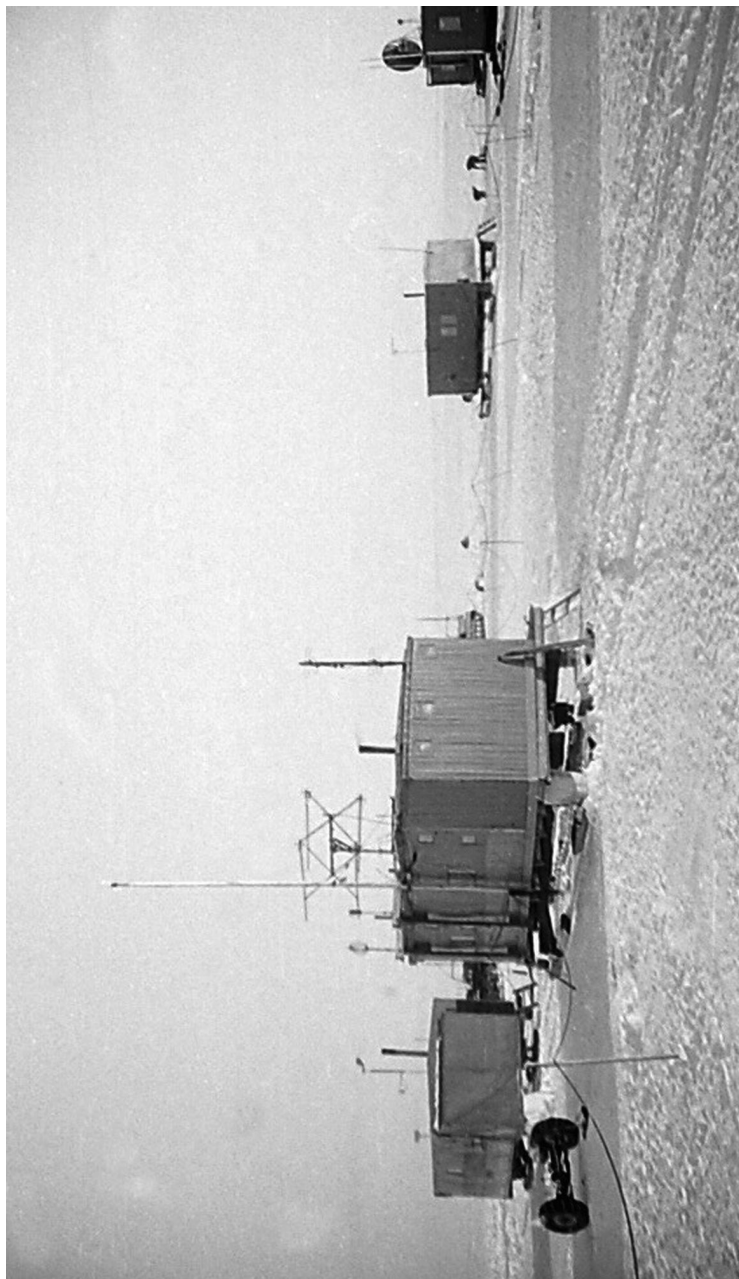


Фото 13-16. Различные варианты расстановки лагеря гидрографического отряда Диксонской гидробазы на ледовом припае.
Электроснабжение балков осуществлялось по кабелям в виде воздушных линий.



Фото 14

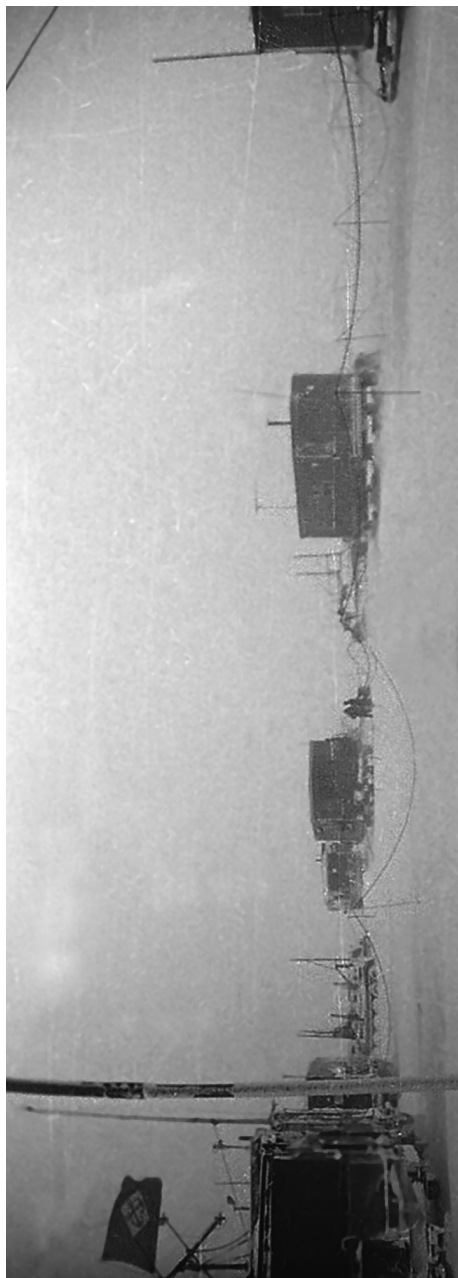


Фото 15



Фото 16



Фото 17. Лагерь гидрографической партии Провиденской гидростанции на берегу острова Аракамчен.



Фото 18. Вездеходы на «электродогреве» вокруг балка-дизельной, после пурги. Гыданский залив. Диксонская гидробаза.

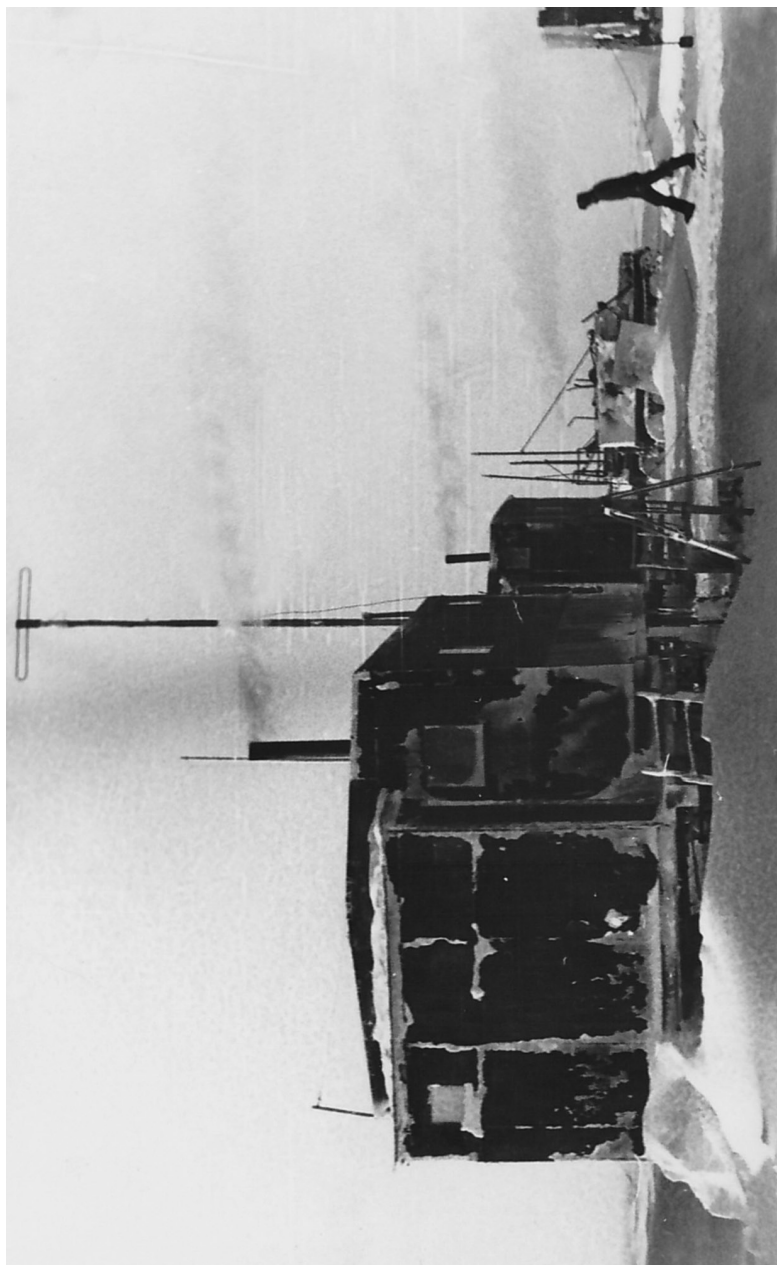


Фото 19. Балки после пурги на льду Гыданского залива. Диксонская гидробаза.



Фото 20. Подготовка к намораживанию ледового моста через ледокольный канал в Енисейском заливе. Срублены торосы, выровнены куски льда, щели засыпаны ледяной крошкой, сделана опалубка из кольев и рубероида, чтобы вода не растеклась.



Фото 21. Мощной мотопомпой производится заливка водой ледяного крошева.



Фото 22. Проверка моста на прочность лёгким вездеходом ГАЗ-47 (4 тонны).



Фото 23. Проверка моста на прочность тяжёлым вездеходом ГТТ (10 тонн).

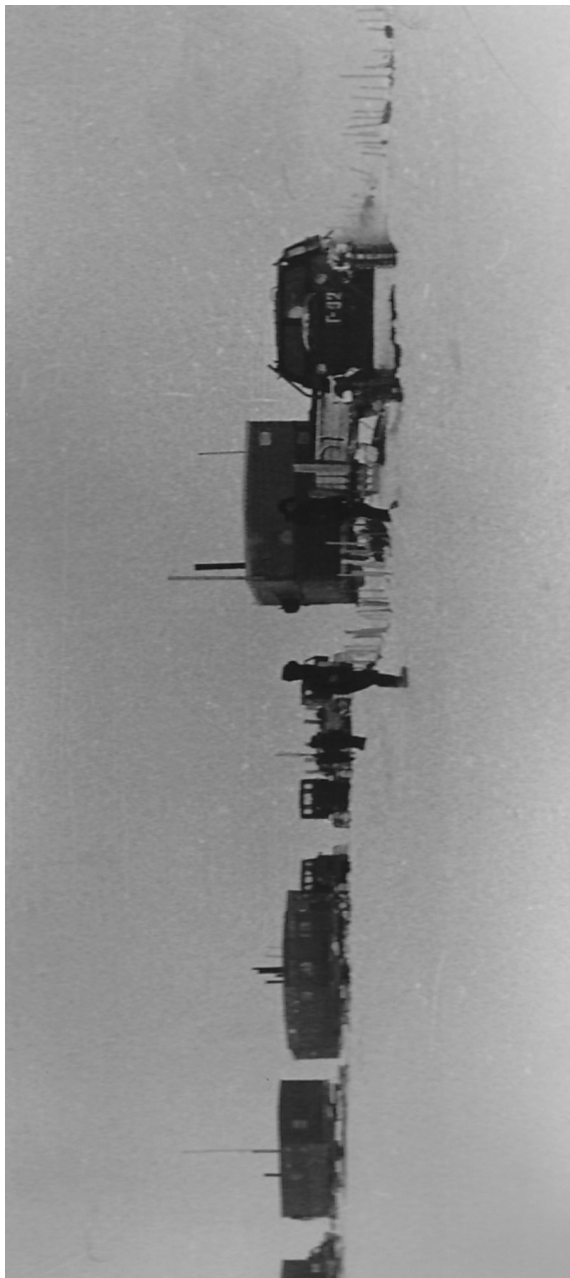


Фото 24. Подготовка первого сбега к перетягиванию по мосту, буксирный трос заведён с помощью лёгкого вездехода ГАЗ-47.

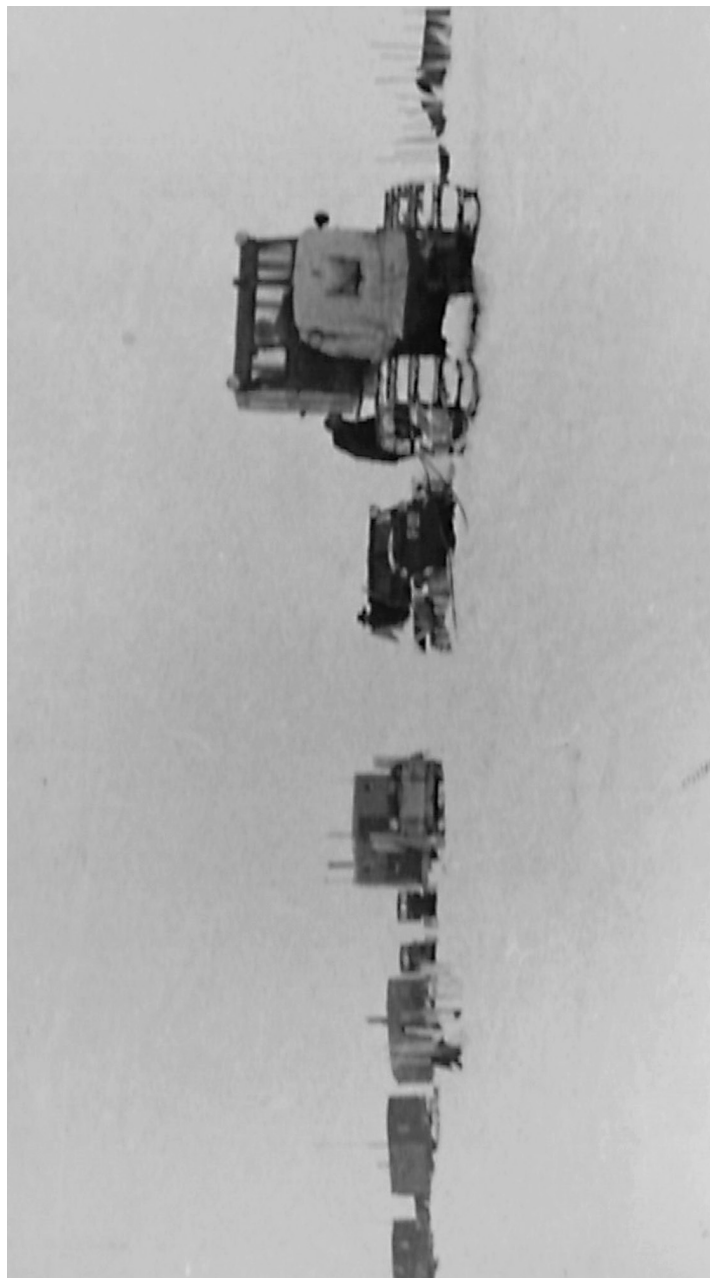


Фото 25. Буксирный трос подцеплен за трактор — можно тянуть.



Фото 26. Переход по мосту очередного трактора.



Фото 27. До Диксона три километра, пятьсот остались позади.



Фото 28. Промерная партия гидрографического отряда № 2 Диксонской гидрографической базы в полном составе. Апрель 1980 года. Гыданский залив, вблизи Гыды. Через сутки вездеходный поезд, пройдя 500 км, был в порту Диксон.

МОРСКИЕ ЛЕДОВЫЕ ПЕРЕПРАВЫ. МАСТЕР ЛЕДОВЫХ ПЕРЕПРАВ

«Мастер» — это человек, хорошо знающий своё дело. Мастер ледовых переправ должен знать, как минимум то, о чём пойдёт речь ниже...

§ 1. О свойствах ледяного покрова

1. Лёд можно рассматривать как твёрдое тело, обладающее упругостью, пластичностью, текучестью и прочностью. Лёд имеет значительный, «положительный запас плавучести». Наличие подо льдом воды, практически несжимаемой среды, позволяет ледяному покрову обладать определённой несущей способностью (грузоподъёмностью).
2. Однолетний морской припайный лёд в Арктических морях России образуется из морской воды, солёностью от 25 до 35 промилле и имеет солёность от 7 до 3 промилле, в зависимости от толщины льда. Чем толще становится лёд, тем меньше его солёность, так как рассол постепенно стекает из верхних слоёв вниз.
3. **Прочность, а соответственно и грузоподъёмность морских льдов по отношению к пресноводным льдам, при всех равных параметрах, значительно меньше: осеннего в 3 раза, молодого зимнего в 2 раза, зимнего в 1,3–1,5 раза, а в весенний период процесс его разрушения более стремителен, чем пресноводного льда.**
4. Прочность морского льда зависит от температуры и солёности воды, из которой он образовался. Чем выше температура и солёность льда, тем меньше его прочность, а следовательно и грузоподъёмность.
5. Толщина морского льда зависит от длительности воздей-

ствия отрицательных температур воздуха, солёности и толщины снежного покрова. Чем выше солёность и больше толщина снежного покрова, тем медленнее идёт нарастание льда. Толщина однолетнего ровного припая может достигать 140–160 см.

6. Образование трещин в морском льду: а) Термические — вызваны разностью температур верхней и нижней поверхности льда, ширина их тем больше, чем больше протяжённость ледяного покрова, чаще образуются в начале зимы, бывают сквозные и не сквозные. б) Приливные — вызваны колебаниями уровня моря, образуются вблизи берега и параллельны ему. в) Сгонно-нагонные — вызваны силами сжатия и ветрового воздействия, в большинстве случаев совпадают с приливными. г) Трещины, возникающие под воздействием искусственных нагрузок на лёд, при этом отмечается два вида трещин: непосредственно перед разрушением образуются радиальные трещины, а в момент разрушения круговые, расположенные на некотором расстоянии друг от друга. Любые трещины в морском льду снижают его прочность и грузоподъёмность, и в зависимости от толщины льда могут представлять серьёзную опасность уже при ширине 5–10 см.
7. Прогиб ледяного покрова. Ледяной покров имеет свойство прогибаться под действием движущейся или статической нагрузки. Прогиб ледяного покрова зависит от скорости движения и глубины акватории. Прогибы на скорости, меньше на больших глубинах и увеличиваются на малых глубинах. Прогибы на скорости меньше, прогибов от статической нагрузки. Минимальный прогиб при скорости 50–70 км/ час, но развивать её можно только на тщательно обследованной и оборудованной трассе, в противном случае при попадании на легковом автомобиле в полынью или трещину с тонким льдом шансов на выживание нет. По величине прогиба можно судить, безопасно ли пребывание данной нагрузки на льду? Практически величину прогиба льда, находящегося на плаву, под нагрузкой можно измерить, пробуравив и измерив толщину слоя воды, выступившего на поверхность льда. Прогиб до 90 мм допустим, но уже начнут образоваться трещины, прогиб от 90 до 150 мм позволяет пропустить единичную нагрузку, под которой происходит просадка льда и трасса стано-

вится непригодной для следующего рейса, при прогибе более 150 мм лёд ломается и груз тонет.

8. Резонансные явления. Они возникают при движении транспортного средства на так называемой «критической скорости движения», зависящей от глубины водоёма. Движение с критической скоростью недопустимо (см. § 12 расчёт скоростного режима).
9. Зависание льда. При сильных «сгонах» и отливах, когда уровень моря резко падает, возможно, зависание льда, то есть участок припая кромкой опускается на грунт и лёд начинает под своим весом «работать на излом», в этот месте он может быть разрушен малыми нагрузками. Признаком зависания льда является то, что уровень воды, в пробуренной лунке поднимается менее, чем на 0,8 толщины льда в этом месте.
10. Ледообразование в закрытых бухтах и заливах начинается раньше чем в открытом море и происходит интенсивнее, поэтому здесь более толстый и прочный лёд, а процесс таяния и разрушения происходит медленнее, так как меньше ощущается ветровое воздействие и воздействие силы сжатия.
11. Рассол на морском льду, при $T = -10^{\circ}\text{C}$ сохраняется долгое время, лёд при $T = -20^{\circ}\text{C}$ остаётся влажным, и только при $T = -30^{\circ}\text{C}$ и ниже рассола не наблюдается. Следует иметь в виду, что по влажному льду и снегу пропитанному рассолом лыжи и сани не скользят.
12. В местах торошения молодого льда, общая толщина «сморози» может быть значительно больше толщины ровного льда, соответственно и грузоподъёмность будет больше, но всторошенный лёд всегда покрывается более толстым слоем снега, чем гладкий.
13. В весенний период лёд неоднородного строения (торошение, зашугованность) на 20–30 % прочнее, чем лёд правильного кристаллического строения.
14. Ледяной покров, образовавшийся в проливах между материковым берегом и островом, либо между островами обычно застрахован от отрыва и выноса, но здесь ввиду более сильных течений толщина льда может быть меньше, чем толщина льда в близлежащих закрытых бухтах. А если в таком проливе имеется банка или повышение дна, то весной можно ожидать образование промоин.

15. Весной к концу дня прочность ледяного покрова уменьшается, а к утру становится наибольшей, поэтому для передвижений лучше использовать ночное время.
16. Самыми ответственными моментами в организации морских ледовых переправ являются — открытие движения в начале зимы по недостаточно толстому и крепкому льду, а также своевременное закрытие ещё по довольно толстому, но стремительно разрушающемуся морскому льду.
17. Человек, желающий выйти на тонкий, только образующийся лёд, или на довольно толстый, разрушающийся весенний лёд, может проверить его на прочность сильным ударом пешни или лома, если лёд пробит одним ударом, то выходить на него нельзя.
18. Опасными явлениями, связанными с морским льдом являются: отрыв припая при сильном отжимном ветре, наледь при сильном нагоне, дрейфующий лед, процесс торошения, полыньи, трещины и промоины, оттепель, глубокий снег.
19. Неподвижность ледового припая в настоящее время несложно контролировать при помощи GPS — навигатора, либо старым способом по створам.

§ 2. Характеристики, внешний вид однолетнего морского припайного льда, его качества в зависимости от времени образования, толщины, солёности

При оперативной проводке санно-тракторного поезда или военного подразделения по припаю задача штурмана обеспечить безопасную проводку, основываясь на систематически измеряемой толщине льда и визуальной оцениваемой обстановке. Чтобы правильно оценить обстановку необходим опыт. Поэтому начинающим штурманам рекомендуем запомнить некоторые изложенные ниже практические характеристики льда и **предполагаемые сценарии** его использования.

1. Осенний (ноябрьский) лёд, толщиной до 40 см, имеет поверхность беловато-серого цвета, на которой уже задерживается тонкий слой снега. В зависимости от толщины льда может использоваться для передвижения малых нагрузок: пешеход, снегоход, легковой автомобиль-внедорожник. При толщи-

не льда 40 см, по обследованной трассе возможно движение колёсной техники общей массой до 4 тонн, гусеничной — до 5 тонн. При расчётах использовать **Коэффициент за солёность $S = 0,3$** .

2. Молодой зимний (декабрьский) лёд, толщиной от 40 до 70 см, имеет поверхность белого цвета, в свежих изломах преимущественно белый цвет, заструги вытянуты по направлению преобладающих ветров. Период, позволяющий организовать массовые перевозки грузов от 5 до 20 тонн. При достижении толщины льда 60-70 см. возможна организация взлетно-посадочных полос для самолётов и вертолётв общей массой от 10 до 15 тонн. **Коэффициент за солёность $S = 0,5$** .
3. Зимний лёд (январь-февраль), толщиной от 70 до 120 см, имеет поверхность белого цвета, в свежих изломах белый цвет со светло-зеленоватым оттенком, заструги и надувы вытянуты уже в нескольких направлениях. Период благоприятный для организации массовых перевозок грузов от 25 до 50 тонн и взлётно-посадочных полос для самолётов и вертолётв общей массой от 15 до 40 тонн. **Коэффициент за солёность $S = 0,6$** .
4. Зимний лёд (март-апрель), толщиной свыше 120 см, имеет поверхность белого цвета, в свежих изломах зеленоватый цвет, устойчивый снежный покров со сложной формой распределения надувов и застругов. Самый благоприятный период для организации перевозок тяжёлых грузов, общей массой до 80 тонн, и взлетно-посадочных полос для самолётв и вертолётв общей массой до 40–60 тонн. **Коэффициент за солёность $S = 0,7$** .
5. Зимний лёд (конец апреля — начало мая), днём положительные температуры, ночью минусовые, под снегом появляется вода, при ударах пешней чувствуется «упругость льда». Через пять дней такой погоды следует начать снижение нагрузок. **Коэффициент за солёность $S = 0,5$** .
6. Зимний лёд (вторая половина мая), стабильно положительные температуры, весь снег пропитан водой, при ударах пешней уже чувствуется «вязкость льда». Ежедневное снижение нагрузок, сообразуясь с местными погодными и ледовыми условиями. Прекращаются перевозки колёсным транспортом, а затем тяжёлым гусеничным. При необходимости использу-

ется техника аналогичная ГТТ и ГТС. Коэффициент за солёность $S = 0,3$.

7. Весенний лёд (конец мая начало июня), весь снег растаял, поверхность льда покрыта слоем воды, под водой на льду видны впадины и углубления, которые скоро превратятся в промоины. Всякие перевозки прекращаются. В случае «форс-мажора» выпускается пара ГТС, обеспеченная тросами, брёвнами, резиновой лодкой и связью.
8. Наступает период, когда талая вода просачивается сквозь поры и трещины, лёд «всплывает», «обсыхает» и «белеет» на вид он кажется достаточно прочным, но на самом деле является полностью разрушенным, нахождение на таком ледяном покрове не только транспортных средств, а даже человека смертельно опасно.

§ 3. Способы приблизительного расчёта толщины льда в зависимости от температуры окружающего воздуха

Имеется несколько простых формул, позволяющих по температурным наблюдениям в районе предстоящих работ, с момента становления припая, сделать предрасчёт толщины льда не выезжая на место. Относительная ошибка довольно высока, тем не менее, даёт определённую информацию, на что следует ориентироваться по прибытию к месту работ:

1. Формула Стефана.

Её первоначальный вид: $h = 3,4 \times \sqrt{Q \times t}$,
где h — предрасчётная толщина льда, t — время, промерзания льда в сутках, Q — среднесуточная температура $С^{\circ}$ воздуха.

На сегодняшний день, в связи с изменением климата, практика показывает, что более реальным, для открытых акваторий будет вид:

$$h = 2,2 \times \sqrt{Q \times t},$$

а для проливов с сильным течением вид:

$$h = 1,6 \times \sqrt{Q \times t},$$

Из этой формулы можно рассчитать **ориентировочное** время, через которое лёд достигнет определённой толщины. на открытой акватории:

$$t = \frac{h^2}{5 \times Q}$$

а для проливов с сильным течением вид:

$$t = \frac{h^2}{2,5 \times Q}$$

Пример: 20 ноября в бухте Темп началось интенсивное ледообразование температура воздуха в течение дня колеблется от -30°C до -35°C . Рассчитать, какой толщины лёд будет 31 декабря? Среднесуточная температура $-32,5^\circ\text{C}$, период — 41 сутки.

$$h = 2,2 \times \sqrt{32,5 \times 41} = 80 \text{ см.}$$

2. Полуэмпирическая формула Н. Н. Зубова

Эта формула позволяет, зная начальную толщину льда сделать предрасчёт толщины льда на определённую дату по ориентировочной сумме градусо-дней мороза:

$$H = -25 + \sqrt{(25 + h_0)^2 + 8\Delta F},$$

где h_0 — начальная толщина льда, H — конечная толщина льда, ΔF — сумма градусо-дней мороза, рассматриваемого периода.

Пример: 25 ноября в бухте Темп толщина льда 20 см. температура воздуха в течение дня колеблется от -30°C до -35°C . Рассчитать какой толщины лёд будет 31 декабря? Среднесуточная температура $-32,5^\circ\text{C}$, период — 36 суток, $\Delta F = 32,5 \times 36 = 1170$.

$$H = -25 + \sqrt{(25 + 20)^2 + 8 \times 1170} = -25 + \sqrt{2025 + 9360} = -25 + 106 = 81 \text{ см.}$$

Сходимость в этих примерах идеальная, на практике она будет значительно хуже.

§ 4. Классификация морских ледовых переправ по степени надёжности

В практике используются три категории переправ. В тоже время бывают форс-мажорные обстоятельства, когда необходимо сделать единичный проход через акваторию по ледяному покрову, не отвечающему критериям «переправы на пределе прочности». Для такой ситуации мной предлагается дополнительная категория «переправа на пределе прочности с высоким риском», аргументом, позволяющим её ввод, является значительный запас прочности между «проламывающей нагрузкой» и «переправой на пределе прочности».

1. Переправа с нормальным запасом прочности (нормальное движение), предполагает массовое движение автотранспортных средств, возможность пребывания на пределе прочности двух равных нагрузок, разрешена стоянка и обгон.
2. Переправа с пониженным запасом прочности (неуверенное движение), предполагает массовое движение одиночных автотранспортных средств, следующих друг за другом на установленном расстоянии, с определённой скоростью, возможны кратковременные остановки. При организации движения в прямом и обратном направлении полосы движения прокладываются на расстоянии не менее 30 метров друг от друга.
3. Переправа на пределе прочности (рискованное движение), предполагает разовые или периодические перегоны одиночных автотранспортных средств без остановок на льду.
4. Переправа на пределе прочности с высоким риском, предполагает разрешение форс-мажорных ситуаций. Выполняется опытными исполнителями при температуре ниже минус 25°–30°С, на безопасной скорости, которая рассчитывается на конкретные глубины, без остановок на льду, в машине с открытыми дверьми и люками, не допуская резких ускорений или торможений.

§ 5. Расчёт грузоподъёмности морского ледяного покрова по методу Шульмана—Казанского

М. М. Казанский и А. Р. Шульман для расчёта грузоподъёмности ледяного покрова вывели довольно простую зависимость от

толщины льда, состояния ледяного покрова, температуры окружающего воздуха и солёности. Формула эта универсальна, преобразуя её можно: а) делать расчёт необходимой толщины льда, зная вес перегоняемой техники, б) оценивать степень надёжности морской переправы, зная толщину льда и вес перегоняемой техники.

Общий вид формулы допускаемой нагрузки на лёд:

$$P = \frac{B}{N} h^2 KS,$$

где P — допускаемая нагрузка на лёд в тоннах; h — наименьшая толщина льда без снега в метрах; N — коэффициент учёта запаса прочности и трещиноватости льда, (см. таблицу); K — коэффициент (поправка) за T воздуха $K = \frac{100+T}{100}$, где T — абсолютное значение температуры воздуха за последние трое суток; S — коэффициент (поправка) за солёность (см. § 2. Характеристики припайного льда...); B — коэффициент распределения нагрузки (100 — для колёсной техники; 125 — для гусеничной техники весом до 18 тонн и 115 — весом более 18 тонн).

§ 6. Формула для расчёта грузоподъёмности морского ледяного покрова при оттепели

$$P = \frac{B}{N} h^2 (1 - 0,05n) S,$$

где n — число суток с момента появления воды на льду или число суток с положительными температурами.

§ 7. Формула для расчёта толщины льда, выдерживающего определённую нагрузку

$$h = \sqrt{\frac{PN}{BKS}}.$$

§ 8. Формула определения характера переправы по коэффициенту N

$$N = \frac{B}{P} h^2 KS.$$

Получив, величину $N_{по}$ конкретным параметрам, можем анализировать, насколько надёжен лёд для данной нагрузки при данных условиях. Если $N < 0,8$ — перегон неосуществляется даже при идеальных условиях льда и погоды.

§ 9. Таблица коэффициентов запаса прочности и трещиноватости морского льда N

Состояние ледяного покрова					
Характер переправы	Ровный без трещин, постоянной толщины	Неравномерной толщины, сухие несквозные трещины	Сквозные трещины		
			Шириной до 5 см	Шириной 5–20 см, при толщине льда более 60 см, для любых нагрузок без моста	Шириной 20–80 см, при толщине льда более 90–100 см, для гусеничных нагрузок без моста
Переправа на пределе прочности с высоким риском	0,8	1,0	1,3	1,6–2,0	3,2
Переправа на пределе прочности	1,0	1,25	1,6	2,5	4,0
Переправа с пониженным запасом прочности	1,2	1,4–1,75	1,9	3,0	*
Переправа с нормальным запасом прочности	1,5	1,75	2,0	*	*

В основе этой таблицы лежат значения коэффициента N для арктических морей, предложенные М. М. Казанским. Учитывая, что категория «Переправа на пределе прочности» имеет значительный запас прочности по сравнению с «проламывающей нагрузкой», мной в таблицу введены дополнительные категории: 1) «Пе-

реправа на пределе прочности с высоким риском», 2) «Сквозные трещины, шириной 5–20 см, при толщине льда более 60 см, для любых нагрузок без моста», 3) «Сквозные трещины шириной 20–80 см, при толщине льда более 90–100 см, для гусеничных нагрузок без моста». **Коэффициенты выделены жирным шрифтом, и ориентироваться на эти дополнительные категории следует в исключительных случаях, когда в конкретной ситуации вред от бездействия может оказаться больше, вреда нанесённого активным действием.**

§ 10. Конкретная ситуация расчёта грузоподъёмности по методу Шульмана—Казанского

2 марта 1988 года, Чукотка, Берингов пролив, пролив Сенявина, температура минус 25°С, лёгкий позёмок. Перегон нового трактора Т — 130 «болотохода», весом около 15 тонн в сопровождении гружённого ГТТ, весом 10 тонн из п. Провидения в Мечигменскую губу на базу гидрографического отряда. В конце января было сделано обследование трассы — наименьшая толщина льда в проливе Чечекуйым — 63 см, в проливе Ыйэргын — 65 см, по всей остальной трассе от 70 до 97 см, встречались несквозные и небольшие сквозные трещины шириной до 10 см. По указанным данным сделаем прогноз похода:

1. В разделе «Характеристики припайного льда...» выбираем коэффициент за солёность по времени — январь и толщине льда — более 70 см, коэффициент $S = 0,6$.
2. Из таблицы коэффициентов запаса прочности, оцениваем переправу как переправу с пониженным запасом прочности, лёд неравномерной толщины с трещинами шириной до 5 см, коэффициент $N = 1,9$.
3. Трактор весит 15 тонн, соответственно коэффициент распределения нагрузки $B = 125$.
4. Рассчитываем коэффициент за температуру:

$$K = \frac{100 + T}{100} = 1,25,$$

5. Рассчитываем допустимую нагрузку на лёд по формуле:

$$P = \frac{B}{N} h^2 KS.$$

$$P = \frac{125}{1,9} \times 0,63^2 \times 1,25 \times 0,6 = 19,58 \text{ тонны.}$$

Каких либо противопоказаний к осуществлению перегона нет, теперь главное следить за трещинами, которые в этом районе бывают каждый год. Итак, выход из Провидения в 17 часов местного, в 22 часа благополучно пройден пр.Чечекуйым, а в 23–30 пр. Йыэргын и вышли на косу Пыгылян, осталось 35 км по пр. Сенявина до села Янракыннот. В 01-20 03.03.1988, пройдя 16 км, от косы Пыгылян встречена свежая, «парящая» трещина. Материалов для наведения переправы нет, а трактор ждут в отряде. Техника остановлена в 50 метрах от трещины. Найдено место шириной 95–105 см и произведено обследование: края трещины ровные, толщина кромок — 97 см, выколошей в радиусе 30 метров с обеих сторон трещины нет, толщина снежного покрова 20–25 см. Сделан расчёт грузоподъёмности для монолитного льда при нормальном запасе прочности:

$$P = \frac{125}{2,0} \times 0,97^2 \times 1,25 \times 0,6 = 44,1 \text{ тонны.}$$

Считается, что кромки трещины, без какого — либо усиления выдерживают нагрузку в 43% от нагрузки ненарушенного ледяного покрова, делаем расчёт:

$$44,1 \text{ тонны} \times 0,43 = 18,9 \text{ тонны.}$$

Таким образом, данная трещина должна выдержать трактор весом 15 тонн. Я, будучи штурманом, принял решение форсировать трещину без наведения моста. Первым пропускается ГТТ, в нём один механик-водитель с открытыми дверьми и люком на крыше, идёт на второй передаче, перпендикулярно трещине, я стою над трещиной двумя ногами на кромках, и слушаю, как она себя ведёт. При прохождении ГТТ ощущается легкое колебание льда, никаких «надломов» не происходит. ГТТ уходит от трещины на 30 метров разворачивается и светит фарами на свой след в месте перехода, чтобы тракторист видел всю обстановку. Трактор также с открытыми дверьми и люком на крыше направляю по следу ГТТ. Трактор идёт на второй передаче, тракторист управляет машиной стоя, готовый покинуть кабину в любой момент, я продолжаю стоять над трещиной в одном метре от проложенного

следа и «слушать» как пройдёт трактор. При прохождении трактора колебания сильнее, в трещине проходит «рябь», но никаких «надломов» также не ощущается. Кромки трещины остались неповреждёнными. Перегон был благополучно выполнен.

Просчитаем эту ситуацию, используя коэффициент запаса прочности и трещиноватости льда N для сквозной трещины шириной 20–80 см на «пределе прочности» — $N = 4,0$.

$$P = \frac{125}{4,0} \times 0,97^2 \times 1,25 \times 0,6 = 22 \text{ тонны.}$$

Видим, что через эту трещину согласно расчёту возможен проход гусеничной нагрузки 22 тонны.

Просчитаем, какой был фактический запас прочности:

$$N = \frac{125}{15} \times 0,97^2 \times 1,25 \times 0,6 = 5,9.$$

В данной ситуации запас прочности превышает, задекларированный в таблице — $N = 4$.

Следует иметь ввиду, что не всякий тракторист сможет преодолеть психологический барьер и форсировать трещину не только без моста, но и с мостом, таких людей без каких-либо последствий следует освобождать от данной процедуры и ставить «добровольцев», потому что одно неверное движение может обернуться мгновенным провалом трактора... Для водителей-механиков гусеничных транспортёров процедура форсирования широких трещин более щадящая, так как транспортёры держаться на плаву.

§ 11. Упрощённый расчёт допустимого времени стоянки груза (транспорта) на льду

$$T \text{ час} = 200 \times \left\{ \frac{(P_{\max} - P)^2}{P_{\max} \times P} \right\}^3,$$

где T — допустимое время стоянки на льду в часах, P_{\max} — максимальный вес, разрешённый к транспортировке при данной толщине льда в тоннах, P — вес груза, для которого рассчитывается допустимое время стоянки на льду в тоннах.

Пример: декабрь месяц, пр. Сенявина, температура: — 10°С, лёд неравномерной толщины. Рассчитать сколько времени

на этом льду толщиной 63 см. можно находиться следующей технике: трактор Т — 130 Б, вес 15 тонн; трактор Т — 100 М, вес 13 тонн; гусеничный тягач ГТТ, вес 10 тонн; гусеничный тягач ГАЗ-34039, вес 5 тонн?

Рассчитываем P_{\max} , на пределе прочности с коэффициентом $N = 1,25$ и $B = 125$.

$$P_{\max} = \frac{125}{1,25} \times 0,63^2 \times 1,1 \times 0,5 = 21,8 \text{ тонн.}$$

Рассчитываем допустимое время стоянки T час:

$$\text{Т — 130 Б.} \quad T = 200 \times \left\{ \frac{(21,8 - 15)^2}{(21,8 \times 15)} \right\}^3 = 0,5 \text{ часа.}$$

$$\text{Т — 100 М.} \quad T = 200 \times \left\{ \frac{(21,8 - 13)^2}{(21,8 \times 13)} \right\}^3 = 4 \text{ часа.}$$

$$\text{ГТТ.} \quad T = 200 \times \left\{ \frac{(21,8 - 10)^2}{(21,8 \times 10)} \right\}^3 = 50 \text{ часов.}$$

$$\text{ГАЗ — 34039.} \quad T = 200 \times \left\{ \frac{(21,8 - 5)^2}{(21,8 \times 5)} \right\}^3 = 145 \text{ суток.}$$

§ 12. Расчёт скоростного режима

При движении по ледяному покрову транспортного средства на определённой скорости возникают резонансные явления, которые могут привести, к деформации льда значительно меньшими нагрузками, чем рассчитанные нами допустимые нагрузки. Такая скорость называется «критической скоростью движения», и напрямую зависит от глубины водоёма. По М. М. Казанскому она рассчитывается по формуле:

$$V_{\text{критич.}} = \sqrt{g \times H},$$

где H — глубина в метрах, g — ускорение силы тяжести (9,8 м/сек).

Проф. И. С. Песчанский в своих работах вывел и представил в графическом виде:

1. Зависимость критической скорости от глубины водоёма и толщины льда.
2. Зависимость относительной скорости от отношения нагрузок.

Эти графики имеются в его книге и ими можно пользоваться.

Объединив указанные материалы, получим две простых формулы для вычисления критической и безопасной скорости движения по льду:

$$V_{\text{критическая}} = 3 \times \sqrt{H},$$

$$V_{\text{безопасная}} = 1,3 \times \sqrt{H},$$

где H — глубина акватории в метрах, V — скорость движения м/сек.

Движение с критической скоростью недопустимо.

Пример: В проливе два участка с преобладающими глубинами, на первом глубины — 8 метров, на втором — 15 метров. Рассчитать $V_{\text{крит.}}$ и $V_{\text{безопас.}}$?

Первый участок: $V_{\text{крит.}} = 3 \times \sqrt{8} = 8,5 \text{ м/сек} = 30 \text{ км/час.}$

$$V_{\text{безопас.}} = 1,3 \times \sqrt{8} = 3,7 \text{ м/сек} = 13 \text{ км/час.}$$

Второй участок: $V_{\text{крит.}} = 3 \times \sqrt{15} = 11,6 \text{ м/сек} = 42 \text{ км/час.}$

$$V_{\text{безопас.}} = 1,3 \times \sqrt{15} = 5,0 \text{ м/сек} = 18 \text{ км/час.}$$

§ 13. Безопасная дистанция при движении по ледовой переправе

По мнению М. М. Казанского допустимые дистанции между движущимися грузами рассчитываются по формуле:

$$D = 300 \times h,$$

где D — дистанция между грузами в метрах, h — толщина льда в метрах.

Если толщина льда h , больше, чем та для которой рассчитывалась $P_{\text{тах}}$, то дистанция может быть сокращена до: $D = 200 \times h$.

Временной интервал прохождения грузов по трассе не должен быть менее 1 минуты.

По поводу формул допустимой дистанции. Мне в специальной литературе попадались три источника на эту тему.

1. «Методические рекомендации по выбору и расчёту ледовых переправ», утверждённые начальником Гидрографической службы ВМФ 05.10.1993 г., адмиралтейский № 9627. Здесь приведены формулы М. М. Казанского без физико-математического обоснования. Из истории ВОВ известно, что Ладожская ледовая «Дорога Жизни» начинала работать при толщине льда 15–18 см, пропуская непрерывный поток а/м ГАЗ-АА весом 1750 кг плюс 500 кг продовольствия, при толщине льда 25–30 см в перевозки включались а/м ЗИС-5 весом 3050 кг плюс вес продовольствия. Дистанции, видимо устанавливались «на глаз», либо по прогибу льда, либо по затуханию колебаний льда, а потом были трансформированы в формулы $D = 300 \times h$ и $D = 200 \times h$, на тонком льду они себя оправдали и остались в литературе как «классика». Для арктического льда толщиной до 1,5 метров они становятся неактуальными, но этот документ никто не отменял.
2. «Правила безопасности труда при производстве гидрографических, лоцмейстерских и других работ в Арктике». РД 31.89.01 — 89. ММФ СССР. Где в п. 8.3.1. сказано: «...транспортные средства должны двигаться друг за другом на безопасном расстоянии не менее 20 метров».
3. «Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации ледовых переправ» ОДН 218.010-98. Федеральная Дорожная Служба России. В п. 8.2 сказано: «Рекомендуется устанавливать дистанцию между автомобилями не менее 30 м... Тяжёлые автопоезда и автомобили (массой более 25 тонн) пропускают с минимальной дистанцией не менее 70 м впереди и сзади».

Обоснование дистанций в пунктах 2 и 3 также не приведено. Думаю, что авторы документов не ставили перед собой трудно-выполнимую задачу — вывести универсальную математическую формулу допустимой дистанции, оставив право исполнителям, работающим в конкретном месте, конкретных условиях, на конкретной технике самим опытным путём устанавливать этот параметр, ориентируясь на их рекомендации.

В своей практике, при проводке санно-тракторных поездов, движимых тракторами на скорости 10–12 км/час, устанавливал дистанцию между сцепами — 30 метров, этого достаточно, чтобы реагировать на изменение обстановки и обеспечивать безопасность движения и кратковременной стоянки на льду.

§ 14. Способы повышения эффективности использования морских ледовых переправ

При организации ледовых переправ на **пресноводных** акваториях, чтобы ускорить начало перевозок, при толщине льда 15–25 см считается целесообразным увеличивать его толщину послойным намораживанием или всевозможными видами армирования. Эти процедуры для **солёного морского льда** малоэффективны, а если температуры держаться в диапазоне от 0 до минус 15° С, **то и опасны, так как замерзание не происходит**. Усиление льда устройством «верхнего строения» процесс трудоёмкий, дорогостоящий и вряд ли кто-нибудь будет усиливать таким способом морскую ледовую переправу протяжённостью несколько десятков километров.

В тоже время на практике можно без особых затрат повышать эффективность использования морских ледовых переправ следующим образом:

1. Частичное снятие снежного покрова с помощью «волокуш», буксируемых лёгкими вездеходами, чтобы ускорить намерзание льда снизу, но ни в коем случае не снимать снег до льда, иначе будут появляться термические трещины.
2. Оборудование «съездов» с берега на лёд, через приливные трещины, а также живых трещин по трассе настилами или трапами. При наличии буровых труб диаметром 110 мм, длиной 10 метров можно сварить удобные, мобильные трапы. Либо использовать, имеющиеся подручные материалы: брёвна, брус, доски.
3. Использование зон торошения молодого льда толщиной 15–20 см, встречающегося вблизи предполагаемой трассы, здесь толщина «сморози» будет больше толщины ровного льда, а соответственно больше грузоподъёмность.
4. При появлении на льду наледи и невозможности её обойти, следует её продавить до льда, чтобы промерзание шло ин-

тенсивнее. Под ненарушенным снежным покровом, даже при 30 градусных морозах наледь долго не замерзает.

5. Выбирать оптимальный скоростной режим и дистанцию между машинами.
6. Не загрязнять полотно ледовой дороги мусором, ГСМ, грунтом и др. так как весной в этих местах в первую очередь будут образовываться проталины и промоины.
7. Весной, при появлении на льду талой воды бурить отверстия и спускать её под лёд.

§ 15. Подробность обследования, постоянно действующих морских ледовых переправ, в зависимости от назначения, места нахождения, протяжённости и состояния ледяного покрова

Протяжённость ледовой трассы по припайному льду	Подробность обследования на относительно однородном ледяном покрове	Подробность обследования при любых изменениях внешнего вида и характера снежного и ледяного покровов
100 км и более до 50 км до 25 км до 10 км	4 км 2 км 1 км 0,5 км	100–500 м 100–500 м 100–200 м 100 м
Пролив шириной до 10 км с течением	200 м	50 м
Пролив шириной до 5 км с течением	100 м	25 м
Пролив шириной до 1 км с сильным течением для высокоинтенсивной, большегрузной переправы	20 м	10 м

1. Повторные измерения толщины льда следует делать посредине между предшествующими, т. е. со сдвигом на половину расстояния подробности обследования.
2. Обнаруженные трещины по возможности обгибаются, несмотря на увеличение расстояния. Если обогнуть невозможно, то усиливаются настилом или трапом и обвеховываются.

3. Спуск на лёд и выезд на берег планируется на приглубых местах с тем, чтобы избежать наледи, часто «выжимаемой» на лёд, лежащий на грунте. При этом особое внимание уделять обследованию приливной трещины на предмет образования «выколошей» и «зависания» льда.
4. Определение толщины льда производится следующим образом: лёд очищается от снега, бурится лунка, отмечается состояние льда (сухой, сырой, упругий, вязкий), щупом с линейкой измеряется толщина льда и снега. Если есть кольцевой бур, периодически берётся керн, чтобы представлять структуру льда.
5. Периодичность обследования: трассы протяжённостью 10–100 км — зимой один раз в 10 дней, проливы шириной до 10 км — зимой один раз в неделю, осень и весной ежедневно.

§ 16. Порядок оперативной подготовки к изысканию морской ледовой переправы для военных целей. Полевые изыскания с одновременной проводкой моторизированного подразделения

Получив задание, организовать морскую ледовую переправу с одновременной проводкой техники действуем следующим образом:

1. Изучаем картографический материал на район, имеющийся в части, если таковой отсутствует, скачиваем из интернета открытые топографические карты М 1 : 200 000 и делаем прокладку маршрута. Выбираем наиболее благоприятные места спуска на лёд и подъёма со льда на берег. Анализируем глубины и делим на участки, для которых будем рассчитывать скоростной режим.
2. Делаем экспресс анализ гидрологической и метеорологической обстановки района по своим наблюдениям или используя данные из интернета ориентируясь на ближайший населённый пункт. Нас интересует:
 - а) ориентировочная солёность воды в районе;
 - б) приливо-отливные и стонно-нагонные явления;
 - в) ветровой режим, наиболее неблагоприятные направления ветров, при которых возможен отрыв припая, торшение, наледь;

- г) ориентировочная дата начала замерзания акватории;
 - д) среднемесячные температуры и период времени с момента начала замерзания акватории.
3. Делаем предрасчёт толщины льда, на которую можем рассчитывать, используя формулы

Стефана: $h = 2,2 \times \sqrt{Q \times t}$, или

Зубова: $H = -25 + \sqrt{(25 + ho)^2 + 8\Delta F}$.

4. Используя, предрасчётную толщину льда, рассчитываем по формуле Шульмана—Казанского допустимую нагрузку на лёд, как гусеничную, так и колёсную:

$$P = \frac{B}{N} h^2 KS,$$

5. По допустимой нагрузке на лёд подбираем технику, подходящую по своим весовым характеристикам.
6. Рассчитываем скоростной режим: $V_{\text{критическая}} = 3 \times \sqrt{H}$,

$$V_{\text{безопасная}} = 1,3 \times \sqrt{H}.$$

Движение следует осуществлять на безопасной скорости. На скорости близкой или равной критической двигаться запрещено.

7. Интервал между транспортными средствами устанавливаем в соответствии с рекомендациями § 13 от 30 до 70 метров.
8. Рассчитываем допустимое время стоянки различных видов техники на льду на случай поломки по формуле:

$$T_{\text{час}} = 200 \times \left\{ \frac{(P_{\text{max}} - P)^2}{P_{\text{max}} \times P} \right\}^3,$$

Весь процесс камеральной подготовки займёт 3–4 часа, за это время готовится походный ордер и если есть возможность, делается облёт намеченной трассы вертолётном или самолётном с целью обнаружения «живых» трещин, полыней, наледей и гряд торосов, координаты которых незамедлительно сообщаются в штаб. Если выполнить авиаразведку невозможно, чтобы убедиться в отсутствии трещин, то нужно подготовить материалы для оперативного наведения мостовых переходов через трещины.

9. Под штурманскую машину предоставляется наиболее лёгкая, скоростная, оснащённая связью и всем необходимым техника.
10. Пока завершается подготовка походного ордера, штурманская машина выходит на изыскание трассы, ей нужно оторваться от основной группы на 2–3 часа, чтобы успевать вести бурение льда, обследовать подозрительные места, выставлять вехи, рассчитывать грузоподъёмность и по связи давать указания следующему за ним походному ордеру.
11. По прибытии к месту спуска на ледовую трассу, необходимо оценить неподвижность припая, состояние приливной трещины, наличие наледи или «зависания льда». Определив, что факторы риска невелики, сразу за приливной трещиной производится бурение и измеряется толщина льда, по которой принимается решение о возможности выезда на лёд. Если лёд позволяет, штурманская машина спускается на него и делает 2–3 измерения толщины льда через 300–500 метров. По этим данным анализируем, как предрасчётная толщина льда согласуется с фактической, если результаты удовлетворяют, то начинаем «пробивку» и закрепление трассы на местности, с определённой подробностью измеряя толщину льда (см. таблицу «Подробность обследования...»).
12. В случае обнаружения «живой» трещины штурман производит подробное обследование «подходов» к трещине, самой трещины и трассы за трещиной, на расстояние, позволяющее всей технике рассосредотачиваться до и после перехода через трещину. При форсировании трещины весь личный состав выходит из машин, водители форсируют трещину с открытыми дверьми и люками на крышах. Штурман находится на трещине и пропускает каждую единицу техники, если происходит «надлом» льда, то изыскивается новое место для форсирования трещины. Техника, перешедшая через трещину, ждёт перехода последней машины. После этого штурман руководивший, форсированием трещины снова выдвигается вперёд и продолжает изыскание трассы.
13. При необходимости сделать остановку на отдых, штурман рассчитывает допустимое время стоянки по фактической толщине льда, расставляет машины в несколько рядов на расстоянии от 10 до 30 метров друг от друга, в зависимости от

толщины льда и веса машин. В центре лагеря периодически бурятся лунки, и ведётся наблюдение за прогибом льда по толщине слоя воды, выступающего на льду. Когда прогиб достигнет 10 см, то необходимо продолжить движение или передвинуть лагерь на 0,5 км в сторону.

14. Во время похода некоторые виды опасностей можно определить по косвенным признакам, так трещины и полыньи — угадываются издали по локальным зонам «парения» или «водяному небу». Пролетающие на малой высоте бакланы или утки свидетельствуют о приближении к открытой воде или большой полынье. Нерпы, греющиеся на солнце, лежат рядом со своими лунками, к которым приближаться не следует. В районах, где припай при «отжимных» ветрах может отрываться, необходимо постоянно следить за направлением и силой ветра.

§ 17. Организация выгрузки судна на припайный лёд

В районах Крайнего Севера на объектах, где отсутствуют портовые сооружения, распространена практика доставки грузов ледокольным флотом в зимне-весенний период и выгрузка на припайный лёд. Такая операция выполняется под руководством Штаба морских операций (ШМО), совместно экипажами ледокола, грузового судна и получателем груза, который обеспечивает его доставку от борта судна на берег. Схема действий примерно следующая:

1. Выбор места выгрузки (грузовой площадки) в зависимости от местных условий — рельефа дна, приливо-отливных и сгонно-нагонных колебаний уровня моря, ветрового режима, ледовитости, торосистости, возможности выезда на берег.
2. Обследование и изыскание ледовой трассы, подготовка её к эксплуатации.

Отмечаются все трещины, гряды торосов, «выколоши», зоны льда наименьшей толщины. Производится расчёт грузоподъёмности ледяного покрова по наименьшей толщине льда, скоростного режима, и интервала между машинами по формулам описанным выше.

3. Постановка грузового судна под разгрузку — судно вдавливается ледоколом на 2–3 корпуса в ненарушенный припайный

лёд, либо делаются пропилы во льду баровой машиной и судно само заходит в этот канал.

4. К каждому борту может быть проложено по две дороги, одна под грузёный транспорт, другая под порожний. При этом периодически следует менять их назначение, что бы не накапливалась усталость льда. Дороги прокладываются на расстоянии 30 метров друг от друга.
5. Прямо под бортами на лёд укладываются деревянные настилы, ошвартованные к судну, площадью 12 кв. м. с целью увеличения площади опоры колёсного транспорта, встающего по погрузку.
6. Трещины, представляющие опасность, оборудуются настилами.
7. Особое внимание обращается на «съезды» с берега на лёд, здесь на приливную трещину укладываются настилы из имеющихся материалов — брёвна, металлические буровые трубы, железобетонные плиты.
8. Ведётся постоянное наблюдение за состоянием погоды и ледяного покрова, если на лёд выступает вода, то проводится дополнительное обследование трассы и возможен перерасчёт грузоподъёмности льда в сторону уменьшения нагрузки.
9. По завершении операции со льда убираются все временные сооружения, бочки, мусор, следы ГСМ, чтобы при таянии всё это не попало в море.

§ 18. Взлетно-посадочные полосы на дрейфующих льдах и ледовом припае

История исследований Арктики на дрейфующих станциях «Северный Полюс» и «Высокоширотных Воздушных Экспедиций» напрямую связана с использованием Советской Авиации. С помощью авиаразведки подбирались поля многолетнего льда имевшего толщину от 2-х до 10 метров, затем самолётами забрасывали полярников и оборудование, во время многомесячного дрейфа постоянно осуществлялась авиационная поддержка. Полярники научились изыскивать, оборудовать и эксплуатировать ледовые взлетно-посадочные полосы, а лётчики «Управления Полярной Авиации», и лётчики ВВС СССР получили бесценный опыт полётов в Арктике и использования ледовых взлетно-по-

садовых полос. В наши дни можно услышать только об одной ледовой взлётно-посадочной полосе для самолётов, это ежегодно создаваемая станция «Барнео» под эгидой РГО. Последние годы происходит восстановление военной инфраструктуры, и хотя вряд ли Арктическая группировка войск будет создавать ледовые аэродромы, но полёты самолётов и вертолётв на островные объекты будут происходить регулярно над водными акваториями, большую часть года покрытыми льдом в виде припая и дрейфующих льдов. В таких условиях на случай экстраординарных ситуаций полезно иметь представление о свойствах морского льда его грузоподъёмности и возможности совершения аварийной посадки. Мой опыт по подготовке ВПП на припайном льду ограничен легкими лыжными самолётами Ан — 2, Ли — 2 и вертолётами Ми — 4, Ми — 8, поэтому в основе этой главы будут лежать выдержки из Приложения 23 «Наставления по аэродромной службе в гражданской Авиации СССР» (НАС ГА — 86), утратившего силу с введением «РЭГА РФ-94», в котором уже отсутствуют, «видимо за ненадобностью» сведения о ледовых аэродромах.

Выдержка:

§ 19. Определение необходимой толщины льда для эксплуатации различных типов воздушных судов

1. Ледяной покров в большинстве случаев состоит из трех слоев: прозрачного, светлого и мутного льда. Прозрачный лед наиболее прочен; светлый, и особенно мутный, лед имеет малую прочность. Свойства льда зависят от его температуры, однородности строения, которая определяется скоростью заморзания, наличием торосов, наледей, трещин, полыней и т. д.
2. Одним из основных правил эксплуатационного контроля состояния ледового аэродрома являются систематические измерения толщины льда для сопоставления ее с требуемой расчетной толщиной:
 - на стартовых участках ледовой ВПП, путях руления и МС — через 100 м;
 - на среднем участке ледовой ВПП — через 200 м по ее оси.Отсутствие воды в скважине (лунке) указывает на «зависание» льда, и в этом случае эксплуатация аэродрома должна быть прекращена. Толщину льда измеряют льдомерными

рейками через скважины или лунки, проделанные ледовыми бурами.

3. Расчетная толщина льда (H_p) для различных типов ВС определяется по формулам:

а) для пресноводного льда:

в дни со средней температурой воздуха ниже минус 10°C :

— для ВС на колесном шасси — $H = 16\sqrt{G}$;

— для ВС на лыжном шасси — $H = 12\sqrt{G}$ в дни со средней температурой воздуха минус $0 \div 10^\circ\text{C}$:

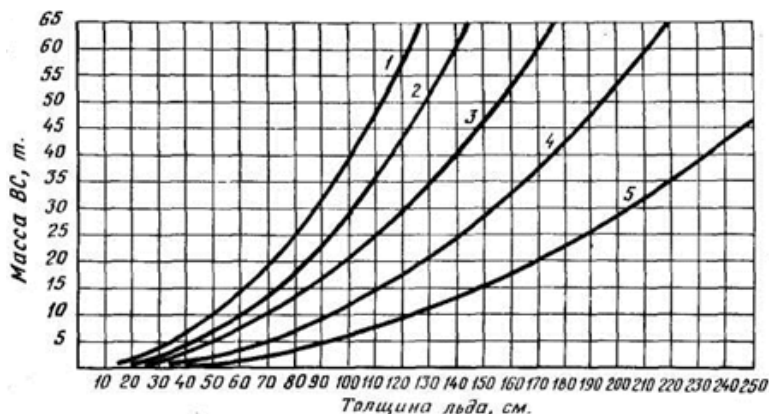
— для ВС на колесном шасси — $H = 22\sqrt{G}$;

— для ВС на лыжном шасси — $H = 17\sqrt{G}$;

б) для морского льда: $H = K(20\sqrt{G} - 0,25G)$,

где K — коэффициент, учитывающий период и возраст льда, равный для зимы 1, для лета 1 (многолетний лед) и 2 (однолетний лед); G — масса самолета, т.

Толщину льда в зависимости от массы самолета на колёсном шасси можно определить по графику.



Требуемая толщина льда в зависимости от массы ВС и характеристик льда: 1 — пресноводный при температуре ниже минус 10°C ; 2 — морской, зимний период; 3 — пресноводный при температуре от 0 до минус 10°C ; 4 — морской многолетний лед в зимний период; 5 — морской однолетний лед в летний период.

Проанализировав, представленные формулы и график я трансформировал их в вид формулы Шульмана—Казанского, т. е. допускаемый вес воздушного судна при **плановой посадке** на морской лёд в зависимости от толщины льда температуры и солёности:

$$P = \frac{B}{N} h^2 KS,$$

где P — допускаемый вес воздушного судна в тоннах, h — наименьшая толщина льда без снега в метрах, N — коэффициент учёта запаса прочности и трещиноватости льда, **при плановой посадке, величина постоянная и равная 2,0**, K — коэффициент (поправка) за T воздуха $K = (100 + T) / 100$, где T — абсолютное значение температуры воздуха за последние трое суток; S — коэффициент (поправка) за солёность (см. § 2. Характеристики припайного льда...); B — коэффициент распределения нагрузки, для колёсных самолётов и вертолёт **равен — 80**.

Сделана эта трансформация для того, чтобы при необходимости, зная приблизительную толщину льда и температуру можно было оценить ориентировочный запас прочности N **при вынужденной посадке**, спрогнозировать возможные последствия инцидента:

$$N = \frac{B}{P} h^2 KS.$$

Полагаю, что при $N > 1$ можно рассчитывать на то, что при вынужденной посадке самолёта, лёд не проломится.

Пример № 1: начало февраля, ориентировочная толщина ровного припайного льда 80 см, $T = -25^\circ \text{C}$, Ан-12, весом 60 тонн идёт на вынужденную посадку. Что можно ожидать? Рассчитываем N , при $S = 0,6$:

$$N = \frac{80}{60} \times 0,8^2 \times 1,25 \times 0,6 = 0,64.$$

Прогноз неблагоприятный, по всей видимости, самолёт начнёт деформировать лёд сразу после касания его шасси, и чем меньше будет скорость, тем сильнее разрушение, по всей вероятности он начнёт проваливаться сразу после остановки, и на какое — то время зависнет на плоскостях.

Пример № 2: конец февраля, ориентировочная толщина ровного припайного льда 110 см, $T = -30^\circ \text{C}$, Ан-12, весом 60 тонн идёт на вынужденную посадку. Что можно ожидать? Рассчитываем N , при $S = 0,6$:

$$N = \frac{80}{60} \times 1,1^2 \times 1,3 \times 0,6 = 1,3.$$

Прогноз умеренный, самолет, по всей видимости, не проломит лёд при посадке, но останавливаться ему нельзя, т.е. он должен постоянно двигаться либо к берегу, либо в гряды торосов, где лёд будет толще.

Пример № 3: конец апреля, ориентировочная толщина ровного припайного льда 130 см, $T = -30^\circ \text{C}$, Ан-12, весом 60 тонн идёт на вынужденную посадку. Что можно ожидать? Рассчитываем N , при $S = 0,7$:

$$N = \frac{80}{60} \times 1,3^2 \times 1,3 \times 0,7 = 2,05.$$

Прогноз благоприятный, самолёт не проломит лёд при посадке, может остановиться и находится в одном месте не более 1,8 суток. Коэффициент $N = 2,0$ обеспечивает нормальный запас прочности льда.

§ 20. О положительном запасе плавучести морского льда

В промысловой практике морских зверобоев Чукотки часто морской дрейфующий лёд использовался как «понтон», когда они в условиях «сжатия», шторма, либо по другим причинам вытаскивали свои байдары или вельботы на лёд, прекрасно представляя его хорошие мореходные качества, и переживали опасность. Не следует исключать такую возможность и для вертолётов, которые летают круглый год над морем. Для этого следует знать, какая льдина в состоянии выдержать ту или иную машину?

Обратимся к элементарной физике и математике. Известно, что:

Удельный вес морской воды $1,02 \text{ т/м}^3$.

Удельный вес однолетнего морского зимнего льда $0,90 \text{ т/м}^3$.

Таким образом, каждый кубический метр льда обладает запасом плавучести в 0,1 тонны. Данное обстоятельство может

использоваться в случаях форс-мажора, допустим в мае месяце у вертолѐта Ми-8, весом 10 тонн, отказали двигатели над акваторией с мелкобитым льдом и он в режиме авторотации делает вынужденную посадку на самую большую льдину диаметром 15 метров, оказавшуюся поблизости. Что можно ожидать?

Мелкобитый лёд это лёд в поперечнике (диаметре) до 20 метров, толщина льда в мае месяце около 1,2 метра. Рассчитываем объём и массу льдины:

$$V = \pi \times R^2 \times h = 3,14 \times 7,5^2 \times 1,2 = 229,5 \text{ м}^3.$$

$$M = 229,5 \text{ м}^3 \times 0,90 \text{ т/м}^3 = 206 \text{ тонн}.$$

Рассчитываем положительный запас плавучести:

$$229,5 \text{ м}^3 \times 0,1 \text{ тонны} = 22,95 \text{ тонны}.$$

Видим, что вес вертолѐта в 20 раз меньше массы льдины и 2 раза меньше положительного запаса плавучести, значит если его посадить в центр льдины, то он её не утопит, а лёд толщиной 1,2 метра должен выдержать 10 тонную нагрузку. Можно рассчитывать на благоприятный исход.

СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ

СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА №1									
ДОПУСКАЕМЫЕ КОЛЕСНЫЕ НАГРУЗКИ НА НЕНАРУШЕННЫМИ ТРЕЩИНАМИ МОРСКОЙ ЛЕД, ПРИ СТАБИЛЬНО ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ НИЖЕ -10°C И СОЛЕНОСТИ ВОДЫ 25-35‰ (В ТОННАХ).									
ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСКОГО ЛЬДА	ОСЕННИЙ				МОЛОДОЙ ЗИМНИЙ				ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСКОГО ЛЬДА
КОЭФФИЦИЕНТ ЗА СОЛЕНОСТЬ.	НОЯБРЬ				ДЕКАБРЬ				КОЭФФИЦИЕНТ ЗА СОЛЕНОСТЬ.
ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ТОЛЩИНА ЛЬДА.	S = 0,5				S = 0,5				ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ТОЛЩИНА ЛЬДА.
ФОРМУЛА РАСЧЕТА ДОПУСКАЕМОЙ НАГРУЗКИ.	от 0 до 40 см.				от 40 до 70 см.				ФОРМУЛА РАСЧЕТА ДОПУСКАЕМОЙ НАГРУЗКИ.
ТОЛЩИНА ЛЬДА.					$P = \frac{100}{N} \times l^2 \times K \times S$				ТОЛЩИНА ЛЬДА.
ПЕРЕПРАВА НА ПРЕДЕЛЕ ПРОЧНОСТИ С ВЫСОКИМ РИЗКОМ.	N = 0,8				N = 1,0				ПЕРЕПРАВА НА ПРЕДЕЛЕ ПРОЧНОСТИ.
ПЕРЕПРАВА НА ПРЕДЕЛЕ ПРОЧНОСТИ.	N = 1,2				N = 1,5				ПЕРЕПРАВА НА ПРЕДЕЛЕ ПРОЧНОСТИ.
ПЕРЕПРАВА С ПОНИЖЕННЫМ ЗАПАСОМ ПРОЧНОСТИ.	N = 1,5				N = 1,75				ПЕРЕПРАВА С ПОНИЖЕННЫМ ЗАПАСОМ ПРОЧНОСТИ.
ПЕРЕПРАВА С НОРМАЛЬНЫМ ЗАПАСОМ ПРОЧНОСТИ.	N = 1,9				N = 2,0				ПЕРЕПРАВА С НОРМАЛЬНЫМ ЗАПАСОМ ПРОЧНОСТИ.
ОСЕННИЙ	10	0,4	0,3	0,27	0,22	0,2	0,15	0,15	ОСЕННИЙ
НОЯБРЬ	15	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,35	0,35	НОЯБРЬ
S = 0,5	20	1,6	1,3	1,1	0,9	0,8	0,6	0,6	S = 0,5
от 0 до 40 см.	25	2,6	2,1	1,7	1,4	1,2	1,0	1,0	от 0 до 40 см.
	30	3,7	3,0	2,4	2,0	1,7	1,4	1,4	
	35	5,0	4,0	3,3	2,7	2,3	2,0	2,0	
	40	6,6	5,3	4,3	3,5	3,0	2,6	2,6	
МОЛОДОЙ ЗИМНИЙ	45	14	11	9	7	6	5	5	МОЛОДОЙ ЗИМНИЙ
ДЕКАБРЬ	50	17	14	11	9	8	7	7	ДЕКАБРЬ
S = 0,5	55	21	17	14	11	9	8	8	S = 0,5
от 40 до 70 см.	60	25	20	16	13	11	10	10	от 40 до 70 см.
	65	29	23	19	16	13	12	12	
	70	34	27	22	18	15	14	14	
ЗИМНИЙ	75	46	37	31	25	21	18	18	ЗИМНИЙ
ЯНВАРЬ - ФЕВРАЛЬ	80	52	42	35	28	24	21	21	ЯНВАРЬ - ФЕВРАЛЬ
S = 0,6	85	59	48	40	32	27	24	24	S = 0,6
от 70 до 120 см	90	66	53	45	36	30	27	27	от 70 до 120 см
	95	74	60	50	40	34	30	30	
	100	82	66	55	44	38	33	33	
	105	90	73	61	48	42	36	36	
	110	99	80	67	53	46	40	40	
	115	108	87	73	58	50	44	44	
	120	118	95	79	63	55	48	48	
ЗИМНИЙ	125	150	120	100	79	68	59	59	ЗИМНИЙ
МАРТ - АПРЕЛЬ	130	162	130	108	86	74	64	64	МАРТ - АПРЕЛЬ
S = 0,7	135	174	140	116	92	80	69	69	S = 0,7
свыше 120 см	140	188	151	125	100	86	75	75	свыше 120 см

СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА № 8

ДОПУСКАЕМЫЕ ГУСЕНИЧНЫЕ НАГРУЗКИ НА НЕНАРУШЕННЫЙ
ТРЕЩИНАМИ МОРСКОЙ ЛЕД, ПРИ СТАБИЛЬНО ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ
ТЕМПЕРАТУРАХ НИЖЕ -10°C И СОЛЕНОСТИ ВОДЫ 25-35‰
(В ТОННАХ).

ЗИМНИЙ МАРТ- АПРЕЛЬ	ЗИМНИЙ ЯНВАРЬ- ФЕВРАЛЬ	МОЛОДОЙ ЗИМНИЙ ДЕКАБРЬ	ОСЕННИЙ НОВЕБРЬ	ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСКОГО ЛЕДА
$S = 0,7$	$S = 0,6$	$S = 0,5$	$S = 0,3$	КОЭФФИЦИЕНТ ЗАБОЛЕНОСТИ ПРЕДПОЛАГАЕМАЯ ТОЛЩИНА ЛЕДА ФОРМУЛА РАСЧЕТА ДОПУСКАЕМОЙ НАГРУЗКИ
СВЫШЕ 120 см	ОТ 70 ДО 120 см	ОТ 40 ДО 70 см	ОТ 0 ДО 40 см.	ТОЛЩИНА ЛЕДА
$P = \frac{115}{N} \times a^2 \times K \times S$	$P = \frac{115}{N} \times a^2 \times K \times S$	$P = \frac{125}{N} \times h^2 \times K \times S$	$P = \frac{125}{N} \times h^2 \times K \times S$	
125 130 135 140	75 80 85 90 95 100 105 110 115 120	45 50 55 60 65 70	10 15 20 25 30 35 40	
172 186 200 216	53 61 67 77 86 95 105 115 125 137	17 21 26 31 36 42	0,5 1,2 2,1 3,2 4,6 6,3 8,2	ПЕРЕПРАВА НА ПРЕДЕЛЕ ПРОЧНОСТИ С ВЫСОКИМ РИСКОМ.
139 150 162 174	45 49 55 62 68 76 84 92 100 109	14 17 21 25 27 34	0,4 0,9 1,6 2,6 3,7 5,0 6,6	ПЕРЕПРАВА НА ПРЕДЕЛЕ ПРОЧНОСТИ
115 125 135 145	35 40 46 51 57 63 69 76 83 91	12 14 17 20 24 28	0,3 0,8 1,4 2,1 3,1 4,2 5,5	ПЕРЕПРАВА С НОРМАЛЬНЫМ ЗАПАСОМ ПРОЧНОСТИ
92 99 107 116	28 32 36 40 45 50 55 60 66 72	9 12 14 17 19 22	0,3 0,6 1,1 1,7 2,5 3,4 4,4	ПЕРЕПРАВА С НОРМАЛЬНЫМ ЗАПАСОМ ПРОЧНОСТИ
78 84 91 98	24 28 31 35 39 43 47 52 57 66	8 10 12 14 16 19	0,2 0,5 0,9 1,5 2,1 2,9 3,8	
69 74 80 86	21 24 27 31 34 38 42 46 50 55	7 9 10 12 14 17	0,2 0,4 0,8 1,3 1,8 2,5 3,3	

СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА №3

ОРИЕНТИРОВОЧНАЯ ТАБЛИЦА НАИМЕНЬШЕЙ ТОЛЩИНЫ
ЛЬДА, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ПРОПУСКА НЕКОТОРЫХ ГРУЗОВ
ПО ПРЕСНОВОДНОМУ И СЛАБОСОЛЕНОМУ ЛЬДУ ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬ-
НЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ (-1° - 20°C). (ПО КАЗАНСКОМУ М.М.)

НАИМЕНОВАНИЕ ГРУЗА.	МАССА (ТОНН)	ТОЛЩИНА ЛЬДА (В СМ.) ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗНАЧЕНИЯХ КОЭФФИЦИЕНТА λ				
		1.0	1.2	1.4	1.6	1.9
ОДИНОЧНЫЙ ЛЫЖНИК.	0,12	3	4	5	5	7
ОДИНОЧНЫЙ БОЕЦ.	0,12	4	5	6	7	8
ПЕХОТА В КОЛОНЕ ПО ОДНОМУ.	.	5	6	7	8	9
ПЕХОТА В КОЛОНЕ ПО ДВА.		6	7	8	9	10
ОДИНОЧНЫЙ ВЕШАНИК.	0,50	9	10	12	14	16
ЛАННАЯ ОДИНОЧНАЯ УПРЯЖКА С ГРУЗОМ.	1,20	11	12	14	16	18
ЛЕГКОВОЙ АВТОМОБИЛЬ.	2,50	16	17	19	21	25
ГРУЗОВЫЕ АВТОМОБИЛИ И КОЛЕСНЫЕ БМП	3,00	18	20	22	24	27
	7,00	26	29	32	35	40
	10,00	32	36	39	42	47
	12,00	34	37	40	43	48
	20,00	42	48	52	58	63
ГУСЕНИЧНЫЙ ТРАНСПОРТ:	6,00	22	24	26	28	31
	10,00	28	31	34	37	41
ТАНКИ, ТРАКТОРЫ, ТЯГАЧИ,	12,00	31	34	37	41	46
	16,00	34	38	42	46	51
ГТС и др.	20,00	41	46	51	55	61
	30,00	52	58	63	69	76
	40,00	59	66	72	78	87
	50,00	65	77	81	88	97
	65,00	77	87	95	108	113

СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА №4

ЗНАЧЕНИЯ ТОЛЩИНЫ МОРСКОГО И ПРЕСНОВОДНОГО
ЛЬДОВ, ВЫДЕРЖИВАЮЩИХ ОДИНАКОВУЮ НАГРУЗКУ.

ЗИМНИЙ МАРТ - АПРЕЛЬ $S = 0,7$	ЗИМНИЙ ЯНВАРЬ - ФЕВРАЛЬ $S = 0,6$	МОЛОДОЙ ЗИМНИЙ ДЕКАБРЬ $S = 0,5$	ОСЕННИЙ НОЯБРЬ $S = 0,3$	ХАРАКТЕРИСТИКА МОРСКОГО ЛЬДА.
				ТОЛЩИНА
				МОРСКОГО ЛЬДА.
				ТОЛЩИНА
				ПРЕСНОВОДНОГО ЛЬДА
				КОЭФФИЦИЕНТ СООТНО- ШЕНИЯ ТОЛЩИН МОР- СКОГО И ПРЕСНОВОД- НОГО ЛЬДА.
125	75	45	10	1,85
130	80	50	15	
135	85	55	20	
140	90	60	25	
	95	65	30	
	100	70	35	
	105		40	
	110			
	115			1,40
	120			
				1,30
				1,20

СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА №5

ОРИЕНТИРОВОЧНОЕ ВРЕМЯ СТОЯНКИ ЕДИНИЧНОЙ НАГРУЗКИ НА
 НЕНАРУШЕННОМ ТРЕЩИНАМИ ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ ПРИ СТАБИЛЬНО
 ОТРИЦАТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ НИЖЕ -10°C .

ВЕС НАГРУЗКИ.	ТОЛЩИНА МОРЕКОГО ЛЕДА.	ТОЛЩИНА ПРЕСНОВОД- НОГО ЛЕДА.	ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ ВЕС, КОТОРЫЙ МОЖЕТ БЫТЬ ПЕРЕПРАВЛЕН ПО/ЧЕРЕЗ ДАННУЮ ТОЛЩИНУ.	ОТНОШЕНИЕ	$\frac{P}{P_{\max}}$	ДОПУСТИМОЕ ВРЕМЯ СТОЯНКИ
						$T = 200 \left[\frac{P_{\max} - P}{P_{\max} \times P} \right]^3$
10 тонн	50 (см)	35 (см)	14 (тонн)	0,71	НЕЛЬЗЯ СТОЯТЬ.	
	60	42	20	0,50	1 СУТОК	
	70	54	27	0,37	8 СУТОК	
	80	61	42	0,23	115 СУТОК	
20 тонн	70	54	27	0,74	НЕЛЬЗЯ СТОЯТЬ.	
	80	61	42	0,48	1,5 СУТОК	
	90	70	53	0,38	8 СУТОК	
	100	77	66	0,30	20 СУТОК	
	110	85	80	0,25	95 СУТОК	
30 тонн	80	61	42	0,71	НЕЛЬЗЯ СТОЯТЬ.	
	90	70	53	0,56	5 ЧАСОВ	
	100	77	66	0,45	1,8 СУТОК	
	110	85	80	0,38	8 СУТОК	
	120	92	95	0,31	28 СУТОК	
	130	108	130	0,23	145 СУТОК	
40 тонн	90	70	53	0,75	НЕЛЬЗЯ СТОЯТЬ.	
	100	77	66	0,60	3 ЧАСОВ	
	110	85	80	0,50	1 СУТОК	
	120	92	95	0,42	4 СУТОК	
	130	108	130	0,30	20 СУТОК	
	140	117	151	0,26	104 СУТОК	
50 тонн	100	77	66	0,75	НЕЛЬЗЯ СТОЯТЬ.	
	110	85	80	0,62	1,5 ЧАСА	
	120	92	95	0,53	1,8 ЧАСОВ	
	130	108	130	0,38	8 СУТОК	
	140	117	151	0,33	18 СУТОК	
60 тонн	110	85	80	0,75	НЕЛЬЗЯ СТОЯТЬ.	
	120	92	95	0,63	8 ЧАСОВ	
	130	108	130	0,46	1,8 СУТОК	
	140	117	151	0,40	6 СУТОК	
70 тонн	120	92	95	0,74	НЕЛЬЗЯ СТОЯТЬ.	
	130	108	130	0,53	1,8 ЧАСОВ	
	140	117	151	0,46	1,8 СУТОК	
80 тонн	130	108	130	0,61	1,5 ЧАСА	
	140	117	151	0,52	5 ЧАСОВ	

СПРАВОЧНАЯ ТАБЛИЦА №6

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ТОЛЩИНЫ МОРСКОГО ОДНОЛЕТНЕГО ЛЬДА, НЕНАРУШЕННОГО СКВОЗНЫМИ ТРЕЩИНАМИ, ПРИ ПРИБЛИЖЕННО ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ НИЖЕ -10°C , ДОПУСТИМОЙ ДЛЯ ПОСАДКИ ВОЗДУШНОГО СУДНА НА КОЛЕСНОМ ШАССИ ПО ФОРМУЛЕ И ГРАФИКУ НАС ГА-86" И ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ ФЛЕ ШУЛЬМАНА-КАЗАНСКОГО.

МАССА (ВЕС) САМОЛЕТА (ТОННЫ)	ТОЛЩИНА ЛЬДА ПО ФОРМУЛЕ НАС ГА-86": $H = K \sqrt[20]{G} \cdot 0,256$	ТОЛЩИНА ЛЬДА ПО ГРАФИКУ "НАС ГА-86"	ТОЛЩИНА ЛЬДА ПО ТРАНСФОРМИРОВАННОЙ ФЛЕ Ш-К: $h = \sqrt[20]{\frac{P \times N}{B \times K}} \cdot S$	КОЭФФ. S (см. ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЬДА)
10	61	60	67	$S = 0,5$
15	74	75	75	$S = 0,6$
20	84	85	87	— " —
25	94	95	97	— " —
30	102	100	106	— " —
35	109	110	110	$S = 0,65$
40	116	115	118	$S = 0,65$
45	123	120	121	$S = 0,7$
50	128	130	127	— " —
55	134	135	134	— " —
60	140	140	140	— " —
65	145	145	145	— " —

$$K = 1,0$$

$$N = 2,0$$

$$G - \text{МАССА (ВЕС)}$$

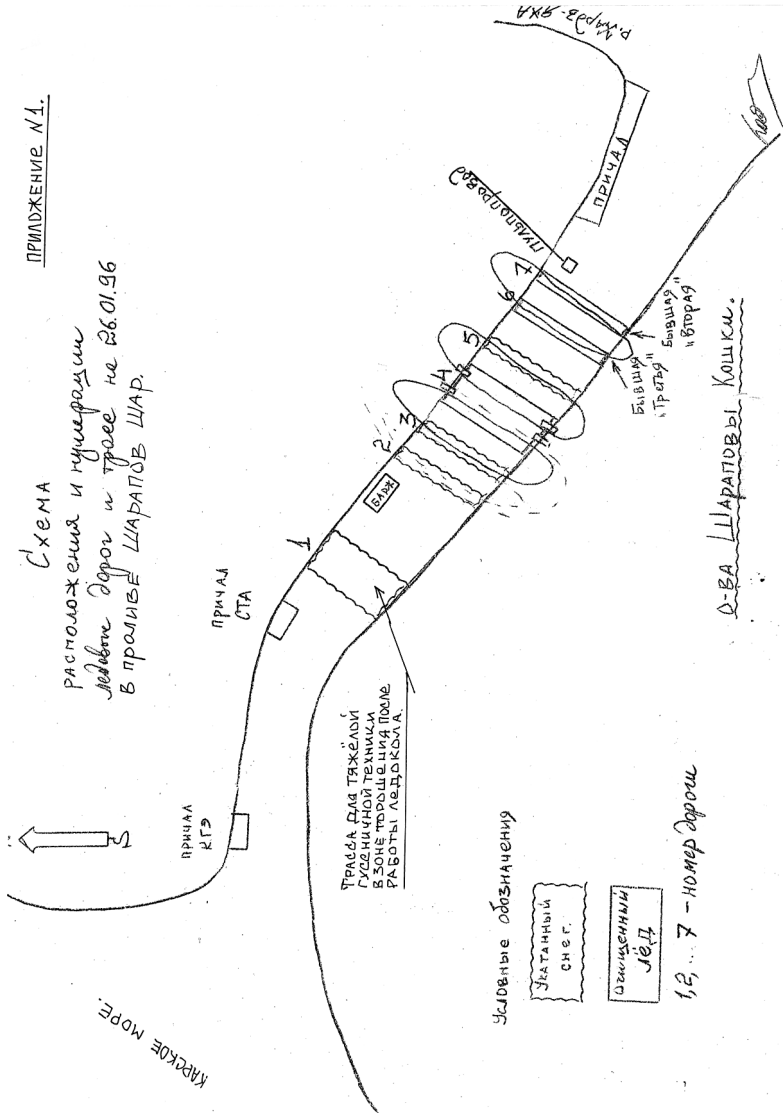
$$B = 80$$

$$H = K \sqrt[20]{G} \cdot 0,256$$

$$K = 1,1$$

$$P - \text{МАССА (ВЕС)}$$

ПРИЛОЖЕНИЯ



Сведения о реках.

"Волкутовый берег" - относительно обрывистый, подмываемый течением, глубина около него значительная.

"Волнуватый берег" - пологий, возле него откосы довольно каменистые, глубина около него незначительная.

Если встать лицом по течению то справа - правый берег, слева - левый берег.

Стрежень - линия наибольшей глубины и наибольшей скорости течения.

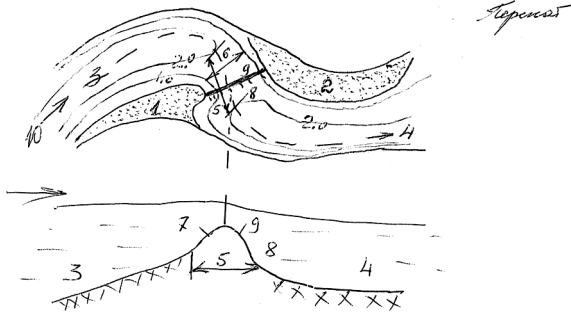
Волнуватый берег и каменистые образования около него.



Носовые образования в местах со слабым течением в частности, но относительно доминируют приливами, создавая низкий волнуватый берег.

При организации ледовых переправ следует учитывать сток по лед и подлед на берег у волнуватых берегов, в некоторых случаях это даст возможность обходить булыжники, а у волкутовых берегов где глубина значительная.

Амлюна может наблюдаться в урне тран-
вах с сильным течением, но в ширях с при-
ливом, но мере уменьшения скорости течения
будет образовываться несколько приливных
фронтов, тогда следует искать приливные
бары, но только сиб приливные фронты
и образовывать их можно.



1. Берегный полог (коса)
2. Нижний — — — — —
3. Верхняя тесная коса
4. Нижняя — — — — —
5. Седловина переката
6. Коротко перекаты
7. Напорный скал
8. Подъем переката
9. Фронт — — — — —
10. Фарватер

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Песчанский И. С.* Ледоведение и ледотехника. Л.: Гидрометиздат, 1967.
2. *Казанский М. М.* Методические рекомендации по выбору и расчёту ледовых переправ. СПб.: ГУНИО, 1995.
3. *Бородачёв В. Е., Гаврило В. П., Казанский М. М.* Словарь морских ледовых терминов. Л.: Гидрометиздат, 1995.
4. *Кан С. И.* Морские льды. Л.: Гидрометиздат, 1974.
5. *Лапто С. Д.* Справочная книжка полярника. Л.: Изд-во Главсевморпути, 1945.
6. Монография Советская Арктика (Моря и острова Северного Ледовитого океана). М.: Наука, 1970.
7. Методы борьбы с ледовыми затруднениями на гидростанциях Сибири. Новосибирск: АН СССР Сибирское отделение, 1963.
8. *Жуковский Г. Р.* Океанография. М.: Водтрансиздат, 1953.
9. *Кузнецов И. М., Миронов Е. У.* Особенности нарастания толщины морского льда // Труды ААНИИ. Т. 435. Л.: Гидрометиздат.
10. *Богородский В. В., Гаврило В. П., Недошивин О. А.* Разрушение льда. Методы, технические средства. Л.: Гидрометиздат, 1983.
11. *Ваганов Р. Х., Гаврило В. П., Козлов А. И., Лебедев Г. А., Логвин А. И.* Дистанционные методы исследования морских льдов. СПб.: Гидрометиздат, 1993.
12. Правила безопасности труда при производстве гидрографических, лоцмейстерских работ в Арктике. РД 31.89.01-89. В/О Мортехинформреклама, 1991.
13. Типовая инструкция по охране труда при выполнении погрузо-разгрузочных работ на рейде, необорудованном берегу и на льду берегового припая. РД 31.82.07-88. В/О Мортехинформреклама, 1988.
14. Типовая рабочая технологическая инструкция по планированию, организации и производству погрузо-разгрузочных работ на припаяе. ТРТИ 1.02.0 1990 год.
15. Наставление по аэродромной службе в Гражданской Авиации СССР (НАС ГА-86). Москва. Воздушный Транспорт. 1987.

Авторы фотографий: *Г. М. Доронин, В. С. Новопашин, В. Цыганов, А. Краснов*

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава I. Санно-тракторные поезда. Штурман санно-тракторного поезда.....	6
§ 1. Штурманская подготовка к походу СТП	6
§ 2. Способы удержания транспортных средств на курсе	7
§ 3. Движение СТП в условиях ограниченной видимости	9
§ 4. Практика формирования СТП.....	10
§ 5. Возможности автотранспорта по преодолению наледи	11
§ 6. Обустройство полевого лагеря из санно-тракторного поезда на ледовом припае с целью производства промера со льда	12
§ 7. Ориентировочные скорости передвижения автотранспорта....	13
§ 8. Допустимая полная масса некоторых тракторов и автомобилей	14
§ 9. Практические наблюдения, связанные с проводками СТП	14
§ 10. Реки, озёра, лагуны по пути следования СТП	15
§ 11. Организация форсирования ледокольного канала в Енисейском заливе санно-тракторным поездом гидрографического отряда № 2 Диксонской гидробазы 20 апреля 1980 года.....	16
§ 12. Организация высокоинтенсивной, большегрузной ледовой переправы через пролив Шарапов Шар (п-ов Ямал, Карское море) зимой 1995–1996 гг.	17
§ 13. Примеры и краткий анализ нестандартных ситуаций при работе на ледяном покрове в Арктике.....	19
Глава II. Морские ледовые переправы. Мастер ледовых переправ	51
§ 1. О свойствах ледяного покрова	51
§ 2. Характеристики, внешний вид однолетнего морского припайного льда, его качества в зависимости от времени образования, толщины, солёности.....	54
§ 3. Способы приблизительного расчёта толщины льда в зависимости от температуры окружающего воздуха.....	56

§ 4. Классификация морских ледовых переправ по степени надёжности	58
§ 5. Расчёт грузоподъёмности морского ледяного покрова по методу Шульмана—Казанского.....	58
§ 6. Формула для расчёта грузоподъёмности морского ледяного покрова при оттепели	59
§ 7. Формула для расчёта толщины льда, выдерживающего определённую нагрузку.....	59
§ 8. Формула для определения характера переправы по коэффициенту N	59
§ 9. Таблица коэффициентов запаса прочности и трещиноватости морского льда N	60
§ 10. Конкретная ситуация расчёта грузоподъёмности по методу Шульмана—Казанского	61
§ 11. Упрощённый расчёт допустимого времени стоянки груза (транспорта) на льду	63
§ 12. Расчёт скоростного режима	64
§ 13. Безопасная дистанция при движении по ледовой переправе ...	65
§ 14. Способы повышения эффективности использования морских ледовых переправ	67
§ 15. Подробность обследования ледовых трасс в зависимости от назначения, места нахождения, протяжённости и состояния ледяного покрова	68
§ 16. Порядок оперативной подготовки к изысканию морской ледовой переправы. Полевые изыскания с одновременной проводкой моторизированного подразделения.....	69
§ 17. Организация выгрузки судна на припайный лёд	72
§ 18. Взлетно-посадочные полосы на дрейфующих льдах и ледовом припае	73
§ 19. Определение необходимой толщины льда для эксплуатации различных типов воздушных судов	74
§ 20. О положительном запасе плавучести морского льда.....	77

Справочные таблицы

1. Допускаемые колёсные нагрузки на ненарушенный трещинами морской лёд, при стабильно отрицательных температурах ниже минус 10° С и солёности воды 25–30 ‰ (в тоннах)..... 79
2. Допускаемые гусеничные нагрузки на ненарушенный трещинами морской лёд, при стабильно отрицательных температурах ниже минус 10° С и солёности воды 25–30 ‰ (в тоннах) 80

3. Ориентировочная таблица наименьшей толщины льда, необходимой для пропуска некоторых грузов по пресноводному и слабосоленому льду при отрицательных температурах (-1°C , -20°C). (по Казанскому М. М.).....	81
4. Значения толщины морского и пресноводного льдов, выдерживающих одинаковую нагрузку.....	82
5. Ориентировочное время стоянки единичной нагрузки на ненарушенном трещинами ледяном покрове, при стабильно отрицательной температуре ниже минус 10°C	83
6. Сравнительная таблица толщины морского однолетнего льда, ненарушенного сквозными трещинами, при стабильно отрицательных температурах ниже минус 10°C , допустимой для посадки воздушного судна на колёсном шасси по формуле и графику «НАС ГА-86» и трансформированной формуле Шульмана—Казанского.....	84

Приложения

Приложение № 1. Схема расположения ледовых дорог в пр. Шарапов Шар.....	85
Приложение № 2. Сведения о реках. (на двух листах).....	86
Список литературы	88

Справочное издание

Илья Яковлевич Кобленц

РЕМЕСЛО ШТУРМАНА САННО-ТРАКТОРНЫХ ПОЕЗДОВ —
МАСТЕРА ЛЕДОВЫХ ПЕРЕПРАВ В АРКТИКЕ

Компьютерная верстка *Ю. Ю. Тауриной*

Подписано в печать 21.03.2016.
Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.
Гарнитура Миньон. Печать цифровая.
Печ. л. 5,75. Тираж 25 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Скифия-принт»
197198, Санкт-Петербург, ул. Большая Пушкарская, д. 10