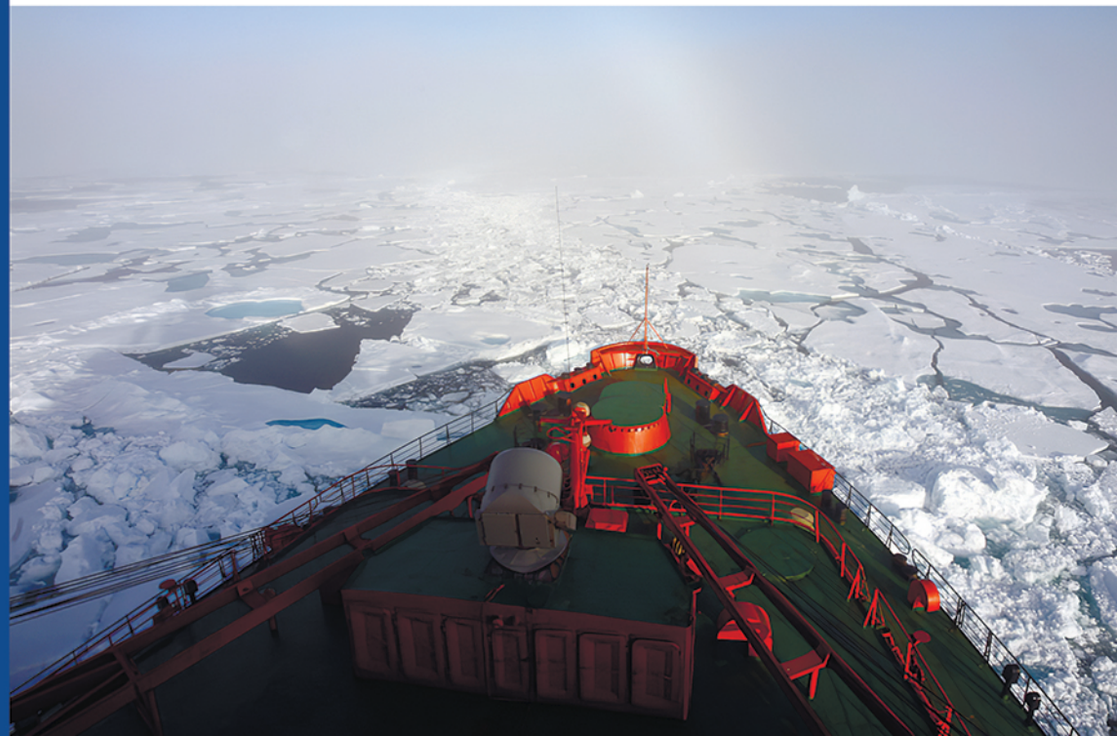
Над созданием первой версии этого методического пособия на протяжении многих лет трудился Сергей Викторович Фролов (1962 — 2021), заведующий лабораторией изучения ледового плавания ААНИИ в 2000 — 2021 гг. В дальнейшем сотрудники лаборатории дополнили и расширили имеющиеся материалы на основе своего опыта работы в арктических экспедициях. С.В. Фролов был специалистом высочайшего уровня в области специализированного гидрометеорологического обеспечения арктического мореплавания. Как ледовый специалист участвовал в многочисленных арктических экспедициях, в том числе в 13 рейсах российских судов на Северный полюс, семи высокоширотных рейсах на ледоколах и судах для организации и эвакуации дрейфующих станций «Северный полюс» (СП-27, СП-28, СП-29, СП-33 — СП-40), трех сверхранних транзитных рейсах по трассе СМП, пяти экспедициях по обоснованию внешней границы континентального шельфа России (ВГКШ). За высокое профессиональное мастерство был награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени, медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, Почетной грамотой Росгидромета, нагрудным знаком «Почетный Полярник», нагрудным знаком «Почетный работник Гидрометеослужбы России».

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ПРОИЗВОДСТВО СПЕЦИАЛЬНЫХ СУДОВЫХ ЛЕДОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

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

Производство специальных судовых ледовых наблюдений

Методическое пособие

Под редакцией
канд. геогр. наук Т.А. Алексеевой

Санкт-Петербург
ААНИИ
2025

УДК 551.467
ББК 26.221

Производство специальных судовых ледовых наблюдений. Методическое пособие. Под ред. канд. геогр. наук Т.А. Алексеевой. СПб.: ААНИИ, 2025. 48 с.

Рецензент: д-р геогр. наук Е.У. Миронов

Методическое пособие ориентировано на выполнение специальных судовых ледовых наблюдений по методике, разработанной в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте. Основной целью специальных судовых ледовых наблюдений являются сбор и анализ ледовой информации по маршруту движения судна для решения оперативных, режимных, научно-исследовательских и прикладных задач. В пособии приводятся все основные определения, шкалы и практические советы, позволяющие как описать состояние ледяного покрова вокруг судна, так и сделать их доступными для понимания «третьим лицам». Несмотря на визуальный способ производства наблюдений, при котором точность оценки зависит от квалификации и опыта наблюдателя, предложенная методика — единственная, позволяющая достоверно «дешифрировать» и описывать разнообразную естественную мозаику характеристик ледяного покрова по пути и в районе движения судна.

Данное пособие предназначено, прежде всего, для специалистов, выполняющих специальные судовые ледовые наблюдения на борту судов ледового класса и ледоколов с целью изучения льда как среды судоходства, но оно также будет полезно всем, кто, находясь на борту судна, производит наблюдения за морским льдом.

ISBN 978-5-98364-123-5

© Государственный научный центр РФ
Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 4
1. Основные понятия и положения производства специальных судовых ледовых наблюдений 6
2. Регистрация характеристик ледяного покрова 10
2.1. Оценка сплоченности льда 11
2.2. Оценка количества льдов различного возраста 12
2.3. Оценка форм ледяного покрова 13
2.4. Регистрация нарушений сплошности ледяного покрова 14
2.5. Оценка торосистости льда 16
2.6. Оценка общей наслоенности ниласовых и молодых льдов 17
2.7. Регистрация толщины льда 18
2.8. Регистрация высоты снежного покрова 19
2.9. Оценка разрушенности ледяного покрова 19
2.10. Регистрация сжатий в ледяном покрове 21
2.11. Регистрация загрязненности ледяного покрова 22
2.12. Регистрация состояния канала, прокладываемого лидирующим ледоколом или судном 22
2.13. Регистрация состояния предварительно проложенного канала (при движении по каналу в припае) 22
2.14. Регистрация наличия и интенсивности облипания судна 23
2.15. Регистрация «ледовой реки» 24
2.16. Регистрация айсбергов 24
3. Попутные метеорологические наблюдения 26
4. Регистрация эксплуатационных показателей движения судна 27
4.1. Регистрация эксплуатационных показателей автономного движения судна 27
4.2. Регистрация эксплуатационных показателей движения судов в составе каравана 30
4.3. Измерения ледовой эксплуатационной чистой скорости 31
Заключение 33
Список литературы 34
Приложение А 35
Приложение Б 38
Приложение В 45

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основной источник данных о характеристиках ледяного покрова в настоящее время — искусственные спутники Земли (ИСЗ) — не позволяют получить надежные значения всех параметров ледяного покрова, характеризующих его состояние. В связи с этим ледовые наблюдения, осуществляемые с борта судна, занимают важное место в изучении ледяного покрова.

Первое обобщение опыта производства судовых ледовых наблюдений было выполнено в 1944 г. [1]. В 1956 г. были выполнены переработка и дополнение этой инструкции [2], однако принципиальных изменений в нее внесено не было. В обоих случаях главной задачей оставалось получение сведений о распределении льдов в районе работы судна. Влияние ледяного покрова на движение судна оценивалось по шкале проходимости льдов. В настоящее время подобные ледовые наблюдения без существенных изменений проводятся штурманским составом ледоколов и судов ледового класса. Их состав и объем регламентируются соответствующими должностными инструкциями и наставлениями.

Интенсивное развитие судоходства во второй половине XX века обусловило необходимость обстоятельного изучения ледовых условий непосредственно на трассах плавания, взаимосвязи этих условий с общими особенностями распределения ледяного покрова в заданном районе моря, исследования влияния характеристик льда на работу флота. Развитие представлений о том, что и как следует наблюдать с борта судна (при изучении особенностей плавания во льдах и влияния на судоходство), послужило в 1975 г. основанием для разработки новой инструкции по производству ледовых наблюдений с борта судна [3].

Со времени создания этой инструкции прошло 50 лет. За этот период произошли огромные изменения в хозяйственной политике и стратегии использования судоходства в замерзающих морях; в качественном и количественном составе ледокольного и транспортного флота; в методах, способах оценки и системе представления сведений о ледяном покрове; произошла смена поколений исследователей. Неизменным, пожалуй, остался только лед, который, как и прежде, является основным препятствием на маршрутах движения судов во льдах.

Несмотря на большое количество специальных наблюдений, выполненных в предшествующие годы, существующие в прошлом возможности навигационной аппаратуры и технических средств контроля за движением судна не всегда соответствовали пространственной изменчивости элементов ледяного покрова на пути плавания, а непосредственно ледовые наблюдения

носили качественный характер (выполнялись визуально). Исключением являлись данные, полученные в ходе экспериментов, проводимых при испытании ледоколов и судов на специально выбранных тестовых полигонах (чаще всего в ровном припае).

В настоящее время развитие исследований ледяного покрова как среды судоходства и познание законов функционирования системы лед/судно связаны с изучением влияния пространственно-временной изменчивости ледяного покрова на эффективность и безопасность судоходства, разработкой алгоритмов оценки риска и надежности плавания во льдах, а также верификации информации современных средств дистанционного зондирования.

Данное методическое пособие ориентировано, прежде всего, на выполнение специальных судовых ледовых наблюдений, но оно также будет полезно всем, кто, находясь на борту судна, производит записи увиденного в журнал наблюдений. В пособии используются термины номенклатуры морских льдов согласно Номенклатурам [4, 5], Атласам ледовых образований [6, 7] и Руководству по производству ледовой авиаразведки [8]. Основные понятия и определения ледовых качеств судов приводятся в соответствии с работами П.А. Гордиенко и др. [9], В.И. Каштеляна и др. [10], А.Я. Бузуева [11] и Б.П. Ионова, Е.М. Грамузова [12].

Пособие составили на основе многолетнего опыта производства специальных судовых ледовых наблюдений с борта ледоколов и судов ледового класса сотрудники лаборатории изучения ледового плавания Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ): С.В. Фролов (разделы 1 — 5), Т.А. Алексеева (общая редакция, разделы 1 — 5, приложения А и Б), В.Е. Федяков (разделы 1 — 5), Е.И. Макаров (разделы 1 — 5), Е.А. Гришин (разделы 1 — 5), А.Э. Клейн (разделы 1 — 5, приложение В), С.С. Сероветников (приложение В).

Подготовка материалов для пособия проводилась в рамках НИТР 5.1 Росгидромета на 2025—2029 гг. «Развитие моделей, методов и технологий мониторинга и прогнозирования состояния атмосферы, океана, морского ледяного покрова, ледников и вечной мерзлоты, процессов взаимодействия льда с природными объектами и инженерными сооружениями для Арктики».

Раздел 2.7 и Приложение В, посвященные судовому телевизионному комплексу, были подготовлены в рамках гранта РНФ № 23-17-00161 «Анализ ледовых условий плавания и элементов динамики ледяного покрова в районе Северного морского пути как основа качественных долгосрочных прогнозов» (Т.А. Алексеева, С.С. Сероветников).

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ПОЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВА СПЕЦИАЛЬНЫХ СУДОВЫХ ЛЕДОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Основной целью специальных судовых ледовых наблюдений является получение новых натурных данных для выявления закономерностей мелкомасштабной изменчивости характеристик ледяного покрова, существенно влияющих на эффективность судоходства, и распределения эксплуатационных характеристик движения судна в различных ледяных образованиях.

Современные наблюдения должны быть направлены на получение обширной и вместе с тем детальной информации с использованием как новых средств регистрации параметров ледяного покрова, так и методических принципов, традиционно применяемых в работе специалистами ААНИИ. Подобный подход обоснован необходимостью сопоставительного анализа ледовых и эксплуатационных показателей, которые будут получены в ходе планируемой экспедиции с данными, полученными в предшествующие годы.

Детализация пространственного масштаба определяется протяженностью однородных ледовых зон, а временного масштаба — скоростью движения судна в данных ледовых условиях. Под понятием «однородная ледовая зона» подразумевается район наблюдений по маршруту движения судна, в котором все ледовые характеристики изменяются в пределах точности визуальных наблюдений: сплоченность дрейфующего льда ±0,5 балла, толщина ровного льда ±(5—10) см, состояние поверхности льда (торосистость, разрушенность и сжатия) ± 0,5 балла.

Выполнение специальных судовых ледовых наблюдений, как и любой экспедиционной деятельности, регламентируется соответствующей Программой специальных судовых ледовых наблюдений, в которой, помимо общей части, конкретизируются цели и задачи предстоящего рейса. Также в Программе определяется режим передачи данных специальных судовых ледовых наблюдений с судна на берег. В зависимости от целей и задач экспедиции определяются частота и детализация диспетчерских сообщений [13].

Специальные судовые ледовые наблюдения выполняются с ходового мостика судна непрерывно (круглосуточно) по всему маршруту следования судна во льдах вахтовым способом (шесть вахт по 4 часа, три наблюдателя). Рабочее место ледового наблюдателя обычно оборудуется на борту, противоположном по отношению к тому, который используется судоводителями во время управления судном.

Для фиксирования выполненных наблюдений используется Журнал специальных судовых ледовых наблюдений. В практике наблюдений возможно использование двух типов журналов — бумажный и электронный.

Бумажный журнал представляет собой специально подготовленную, разграфленную тетрадь, при полном развороте близкую к формату А3 (приложение А). На первой странице такого журнала, как правило, приводятся название судна и экспедиции; период и место работы; фамилия, имя и отчество капитана, судоводителей и наблюдателей, расписанных по вахтам. На обороте первой страницы либо в конце журнала обязательно приводятся основные технические и ледовые характеристики судна: длина, ширина, осадка, водоизмещение, высота главной палубы, высота палубы ходового мостика, скорость на чистой воде, суммарная мощность судовой энергетической установки (СЭУ) и максимальная мощность, подаваемая на электродвигатель гребного винта, категория ледовых усилений судна, предельная ледопроходимость. Последние страницы обычно отводятся для вклеивания всевозможной справочной информации, которая может понадобиться при производстве наблюдений. В течение рейса, во время длительных переходов по чистой воде, когда ледовые наблюдатели не заняты выполнением ледовых наблюдений, информация из бумажного журнала вносится в электронный журнал, который впоследствии сдается в архив. Каждому наблюдателю следует лично оцифровывать данные своих наблюдений в ходе рейса, так как впоследствии бывает сложно восстановить рукописный текст.

Запись ледовых характеристик в бумажный журнал производится в символах российской национальной символики [4].

Электронный формат журнала в таблице Exel разработан для хранения данных специальных судовых ледовых наблюдений в едином формате и удобства их последующей обработки (приложение Б). Электронный журнал разработан для записи ледовых символов согласно российской национальной символике [4] за исключением форм ледяных полей. В российской символике формы льда отображаются в виде значков, что делает невозможным их последующий анализ, поэтому используются цифровые коды международной символики [5].

Необходимо отметить, что как в бумажном, так и в электронном журнале наблюдений все графы для каждой ледовой зоны должны быть заполнены либо наблюденными характеристиками, либо значением 0 в случае, если наблюденное значение равно нулю, либо прочерком (–) в случае, если характеристику невозможно определить. В журнале наблюдений не должно быть пустых граф.

Основным принципом выполнения специальных судовых ледовых наблюдений является выделение однородной ледовой зоны, характеристик ледяного покрова в ней, а также эксплуатационных показателей движения судна в пределах этой однородной зоны.

При начале и окончании движения судна в однородной ледовой зоне обязательно фиксируются дата, время и координаты начала/окончания движения. Точка окончания одной зоны является началом следующей.

В период наблюдений используется московское (МСК) либо гринвичское (GMT) время, о чем в журнале наблюдений делается соответствующая

пометка. При использовании московского времени указывается разница между ним и гринвичским в период наблюдений. Использование судового времени при производстве наблюдений не допускается.

Регистрация времени и географических координат осуществляется инструментально с помощью приемников навигационных систем (штатных судовых или экспедиционных).

Помимо цифровых данных и текста, необходимо фотографировать каждую ледовую зону. Делается несколько фотографий в разные стороны от судна: вперед, по правому борту, по левому борту, назад и вниз (в районе выворотов). На фотоаппарате должно быть выставлено то время, по которому производятся наблюдения (московское или гринвичское) и в журнале наблюдений должна быть сделана соответствующая отметка о соответствии фотографий и времени фотографирования. Также можно в журнале наблюдений в примечаниях указывать номер кадра, соответствующий каждой ледовой зоне.

Для более точного визуального определения различных характеристик ледяного покрова (в особенности торосов) наблюдателю рекомендуется периодически спускаться с капитанского мостика на нижнюю открытую палубу судна и отмечать для себя разницу между наблюдениями с большой высоты и вблизи.

Ледовый наблюдатель на борту судна должен использовать в качестве вспомогательной информации изображения, получаемые с помощью судового радара. Современные ледовые приставки к судовым радарам, преобразующие сигнал в более информативное изображение (рис. 1), помогают

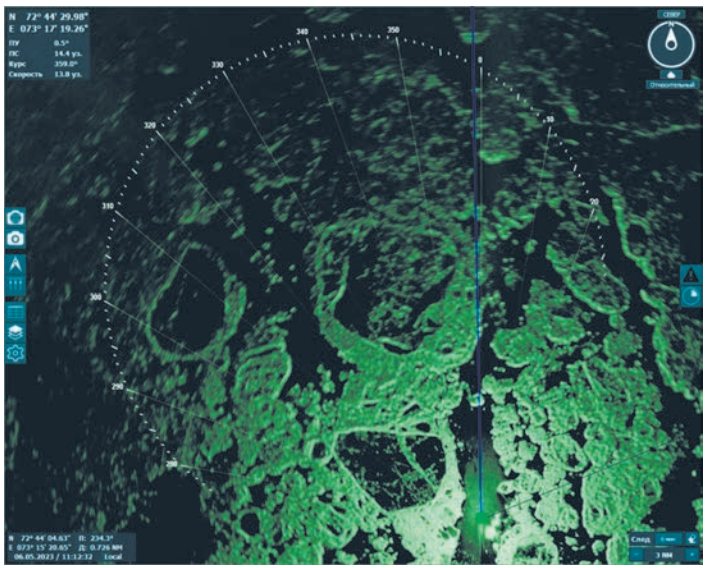


Рис. 1. Пример изображения с приставки IceVision к судовому радару атомного ледокола «50 лет Победы».

в визуальной оценке сплоченности, торосистости, ориентации и размеров нарушений сплошности льда (НСЛ), размеров ледяных полей и определении размеров айсбергов и стамух по маршруту плавания судна. По возможности, с разрешения капитана судна, следует копировать информацию по маршруту экспедиции с приставки на съемный носитель и прилагать к данным специальных судовых ледовых наблюдений.

В начале (конце) вахты, а также в случае резких изменений погодных условий в районе плавания обязательно фиксируются скорость и направление ветра, видимость, температура воздуха, атмосферное давление, наличие и тип осадков.

2. РЕГИСТРАЦИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Оценка стандартного комплекса характеристик ледяного покрова в однородных ледовых зонах осуществляется отдельно:

– в районе плавания — в зоне, ограниченной пределами горизонтальной видимости;

– по пути плавания — в зоне по курсу движения судна, ширина которой приблизительно равна шестикратной ширине, а длина — трехкратной длине корпуса судна.

По району плавания оцениваются:

– общая сплоченность льда;

– количество льдов разного возраста;

– преобладающие формы каждой возрастной градации льда;

– преобладающая торосистость льда;

– тип ориентации нарушений сплошности ледяного покрова (НСЛ) по отношению к генеральному курсу движения судна.

При производстве наблюдений в темное время суток, полярной ночью или при очень плохой горизонтальной видимости (менее 1 кабельтова) регистрация характеристик ледяного покрова по району плавания не выполняется. В журнале наблюдений в соответствующих графах ставится прочерк (–).

На пути плавания оцениваются:

– общая сплоченность льда;

– количество льдов разного возраста;

– преобладающие формы каждой возрастной градации льда;

– диапазон изменчивости толщины ровного льда каждой возрастной градации;

– высота снежного покрова на льду каждой возрастной градации;

– общая торосистость ледяного покрова;

– общая наслоенность молодых и начальных льдов;

– общая разрушенность ледяного покрова;

– наличие и интенсивность сжатия в ледяном покрове;

– загрязненность льда;

– ориентация оси сжатия в ледяном покрове;

– состояние канала, прокладываемого лидирующим ледоколом или судном;

– состояние постоянного канала (при движении по каналу в припае);

– наличие и интенсивность облипания судна;

– наличие «ледовой реки» в ледяном покрове;

– количество, форма и размеры айсбергов.

Для выявления закономерностей мелкомасштабной изменчивости характеристик ледяного покрова, существенно влияющих на эффективность судоходства, выполняются дополнительные наблюдения за следующими характеристиками на пути плавания судна:

а) торосистость

– максимальная высота торосистых образований;

– средняя высота торосистых образований;

б) нарушения сплошности ледяного покрова (НСЛ)

– средняя ширина НСЛ;

– протяженность пути плавания по НСЛ в пределах однородной ледовой зоны;

– время движения судна по НСЛ, ширина которых соизмерима с шириной корпуса судна;

в) сжатия

– характер сжатия;

– протяженность пути плавания по сжатым стыкам ледяных полей в пределах однородной ледовой зоны.

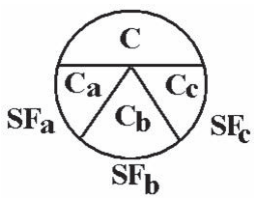
В темное время суток или полярной ночью оценка характеристик ледяного покрова на пути плавания осуществляется в зоне, освещаемой судовым прожектором.

2.1. ОЦЕНКА СПЛОЧЕННОСТИ ЛЬДА

Сплоченность льда — это отношение, описывающее общую площадь морской поверхности, покрытую льдом, как часть всей рассматриваемой площади. Общая сплоченность включает в себя лед всех наблюдаемых стадий развития. Частная сплоченность характеризует частную стадию или частную форму льда и представляет собой часть общей сплоченности.

Сплоченность льда определяются по 10-балльной шкале и показывает, какую площадь (1 балл соответствует 10 %) занимает лед по отношению к общей видимой площади района. Для уверенной оценки общей сплоченности льда можно сначала оценить количество чистой воды, тогда «обратная» величина даст значение сплоченности ледяного покрова.

Наряду с оценкой сплоченности в целых баллах (1, 2, 3 и т. д.) допускается (а иногда это необходимо) определение сплоченности в интервале между двумя соседними баллами (0—1, 1—2, 2—3 и т. п.). В этом случае в электронный журнал наблюдений значение сплоченности заносится в виде десятичной дроби (0,5; 1,5; 2,5 и т. п.).



В бумажном журнале общую и частную сплоченность льда удобно записывать так же, как и на ледовых картах.

Здесь C — общая сплоченность льда; C_a, C_b, C_c — частные сплоченности льдов различного возраста ($C_a + C_b + C_c = C$); SF — совмещенный символ

возраста (S) и размеров (F) ледяных полей (т. е. в символ ледяного поля вписано символьное обозначение возраста льда). Запись количества льда в условном знаке производят, начиная со льда наиболее старого и далее по мере уменьшения возраста. С учетом затруднений при оценке количества льда всех возрастных групп рекомендуется выделять не более трех возрастных градаций. Допускается отдельно, вне круга, отмечать четвертую возрастную градацию — «вкрапления» льда (частная сплоченность менее 1 балла), например начальные льды и нилас в трещинах и разрывах или отдельные куски старых льдов.

2.2. ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА ЛЬДОВ РАЗЛИЧНОГО ВОЗРАСТА

Как правило, дрейфующий лед состоит из льдов нескольких возрастных градаций.

По возрасту лед разделяется следующим образом:

– начальные виды (ледяные иглы, ледяное сало, снежура, шуга);
– темный нилас (до 5 см) и светлый нилас (5—10 см);
– молодые льды: серый лед (10—15 см) и серо-белый лед (15—30 см);
– однолетний тонкий лед первой (30—50 см) и второй (50—70 см) стадии;
– однолетний лед средней толщины (70—120 см);
– однолетний толстый лед (120—200 см);
– остаточный однолетний лед;
– старые льды: двухлетний и многолетний.

Количество льдов разного возраста, или частная сплоченность льда оценивается в баллах, сумма которых должна быть равна общей сплоченности. Существует ряд характерных признаков, такие как высота надводной части льдин, характер распределения и высота снежного покрова, цвет льда, формы ледяных образований, торосистость и т. д., позволяющих с определенной долей достоверности определить возраст льда [4, 5]. Но наиболее значимым признаком, естественно, является толщина льда, которую всегда можно оценить с борта судна, даже не имея большого опыта наблюдений за льдами. О наблюдениях за толщиной льда см. п. 2.7.

В бумажном журнале возраст льда отмечается символами согласно российской национальной ледовой номенклатуре (табл. 1).

Таблица 1

Символы и коды возрастных градаций ледяного покрова

Возраст льда	Российский символ	Международная символика
Начальные виды льдов	∴	1
Темный нилас	✻	2
Светлый нилас	⊛	2

Окончание табл. 1

Возраст льда	Российский символ	Международная символика
Молодой лед		3
Серый лед		4
Серо-белый лед		5
Однолетний лед		6
Однолетний тонкий		7
Однолетний тонкий 1-й стадии		8
Однолетний тонкий 2-й стадии		9
Однолетний лед средней толщины		1·
Толстый однолетний лед		4·
Остаточный однолетний лед		6·
Старый лед		7·
Двухлетний лед		8·
Многолетний лед		9·

При выполнении наблюдений не рекомендуется объединять несколько близких возрастных градаций в одну общую (например, серый и серо-белый лед в «молодые», однолетний тонкий и средний лед в «однолетние»). При затруднении в определении количества льдов соседних градаций целесообразна их регистрация в соотношении 1:1 (в равных количествах).

2.3. ОЦЕНКА ФОРМ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Оценка форм ледяного покрова производится раздельно для неподвижного и дрейфующего льда. Основные формы неподвижного льда — припай и стамухи.

Формы дрейфующего льда определяются в зависимости от их горизонтальных размеров. Различают следующие формы ледяного покрова:

– ледяные поля: гигантские (более 10 000 м), обширные (2000—10000 м), большие (500—2000 м);
– обломки ледяных полей (100—500 м);
– крупнобитый лед (20—100 м);
– мелкобитый лед (2—20 м);

– ледяная каша, тертый лед (менее 2 м);
– блинчатый лед.

Формы ледяного покрова определяются раздельно для каждого возрастного вида льда. В бумажной версии журнала возрастной состав льда фиксируется с помощью российской национальной символики. В электронный журнал формы ледяного покрова заносятся в кодированном виде в соответствие с табл. 2. При наличии у льдов какой-либо возрастной градации нескольких форм, их коды заносятся через косую (/). В случае отсутствия льдов какого-либо возраста в соответствующую графу заносится прочерк (–).

Наиболее простой способ определения формы ледяного покрова — сравнение горизонтальных размеров льдин, окружающих судно, с его длиной.

Регистрация стамух в районе плавания судна осуществляется путем записи в графе «Примечания» времени и географических координат на момент обнаружения стамухи, а также ее высоты, горизонтальных размеров, пеленга и дистанции от точки нахождения судна. Кроме того, в примечаниях делается отметка о движении судна по припаю.

Таблица 2

Символы и коды форм ледяного покрова

Форма ледяного покрова	Российский символ	Код (международная символика)
Припай		0
Блинчатый лед, ледяная каша, тертый лед		1
Мелкобитый лед		2
Крупнобитый лед		3
Обломки ледяных полей		4
Большие ледяные поля		5
Обширные ледяные поля		6
Гигантские ледяные поля		7

2.4. РЕГИСТРАЦИЯ НАРУШЕНИЙ СПЛОШНОСТИ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Практика гидрометеорологического обеспечения круглогодичного судоходства на трассе Северного морского пути и высокоширотных плаваний в Арктическом бассейне позволила установить, что одной из важнейших характеристик условий ледового плавания является тип ориентации НСЛ относительно генерального курса движения судна.

Под термином «нарушения сплошности ледяного покрова» (НСЛ) подразумеваются трещины, разрывы, разводья и каналы в ледяном покрове с чистой водой или покрытые начальными, ниласовыми и молодыми льдами (табл. 3).

Таблица 3

Виды НСЛ и символы для их записи в журнал наблюдений

Пространства воды среди льда	Символы
Трещина[1]	
Разводье[1]	
Канал[1]	

[1] Слева может быть указана возрастная градация и форма ледяных полей, образовавшихся в НСЛ.

Выделяется пять основных типов зон с НСЛ: А, В, С, В и Е (табл. 4). В журнале наблюдений тип НСЛ заносится в графу «Тип зоны». При смене типа зоны в журнале наблюдений открывается новая однородная ледовая зона.

Для каждого выделенного типа зоны НСЛ дополнительно определяются средняя ширина НСЛ и время движения судна по НСЛ, ширина которых соизмерима с шириной корпуса судна.

Средняя (преобладающая) ширина НСЛ определяется визуально или инструментально с помощью судовой радиолокационной станции. В журнале наблюдений значения средней ширины НСЛ заносятся в графу «Средняя ширина НСЛ» в метрах.

При движении судна непосредственно в НСЛ инструментально с помощью секундомера регистрируется время движения судна, в течение которого его корпус не соприкасается с кромками разрыва, канала и т. п. В журнал наблюдений в графу «Индекс НСЛ» заносится суммарное время движения судна в НСЛ за период его плавания в однородной ледовой зоне.

Таблица 4

Типы зон с нарушениями сплошности льда [14, 15]

Тип зоны с НСЛ	Описание
Тип А	*Зона «ориентированных» НСЛ.* Преобладающая ориентация системы НСЛ и генеральный курс движения судна совпадают или различаются не более чем на 30°. Движение ледокола носит устойчивый характер и осуществляется в основном по НСЛ с преодолением отдельных стыков полей и неровностей кромок каналов и разводий
Тип В	*Зона «неориентированных» НСЛ.* Степень ориентированности НСЛ невелика или преобладающая ориентация НСЛ отличается от генерального курса движения ледокола более чем на 30°. Движение ледокола в этой зоне менее устойчивое, чем в зоне типа А, и сочетает в себе плавание по разрывам и каналам с необходимостью преодоления перемычек сплоченного льда (крупных полей и сморозей льда) при переходе из одной системы НСЛ в другую

Тип зоны с НСЛ	Описание
Тип C	*Зона повышенной раздробленности ледяного покрова.* Образуется преимущественно в зонах дрейфоразделов. Плавание судна носит устойчивый характер и осуществляется по зоне, как правило, ориентированной, с преобладанием битых форм ледяного покрова (количество ледяных полей составляет менее 5 баллов)
Тип D	*Зона полного отсутствия НСЛ.* Движение ледокола осуществляется в сплошном льду сплоченностью 10 баллов, преобладающие формы которого — ледяные поля. Характер движения ледокола в этой зоне определяется сочетанием «традиционных» характеристик ледяного покрова (толщины, торосистости и т. п.)
Тип E	*Зона пониженной сплоченности ледяного покрова.* Четко выраженные системы НСЛ отсутствуют, движение ледокола происходит в равномерно распределенном по акватории льду сплоченностью 8 баллов и менее. Зоны этого типа характерны для прикромочных районов в зимний период, а также при плавании судов за пределами ледяных массивов в летний период

2.5. ОЦЕНКА ТОРОСИСТОСТИ ЛЬДА

Торосистость льда оценивается по 5-балльной шкале, где ровному льду соответствует 0 баллов, а увеличение площади, занятой торосистыми образованиями, на 20 %, соответствует 1 баллу.

По характеру всторошенной поверхности различают равномерную торосистость, беспорядочную торосистость, гряды и барьеры торосов.

Торосистость льда определяется визуально. Для мелкобитых дрейфующих льдов и льдов сплоченностью 3 балла и менее торосистость не определяется.

На визуальную оценку торосистости обычно влияет снежный покров, который нивелирует видимую поверхность льда, а также освещенность ледяного покрова. При низкой облачности и рассеянном солнечном свете контрасты неровностей рельефа льда сглаживаются и кажущаяся торосистость становится меньше, чем фактическая.

В журнале наблюдений значения торосистости заносятся в графу «Торосистость» в баллах согласно табл. 5. Наряду с оценкой торосистости в целых баллах (0, 1, 2, 3 и т. п.) допускается (а иногда это является необходимым) определение торосистости в интервале между двумя соседними баллами (0—1, 1—2, 2—3 и т. п.). В этом случае в электронный журнал наблюдений значение торосистости заносится виде дробного числа (0,5; 1,5; 2,5 и т. п.).

При форсировании гряд или барьеров торосов рекомендуется записывать их число, среднее расстояние между грядами, высоту, ширину и направление по отношению к курсовому углу судна. Данная информация,

Таблица 5

Шкала торосистости льда

Торосистость, баллы	Характеристика поверхности	Площадь льда, покрытая торосами (%)
0	Ровный лед	0
1	Редкие торосы на ровном льду	0—20
2	Ровный, частично торосистый лед	20—40
3	Лед средней торосистости	40—60
4	Сильно торосистый лед	60—80
5	Сплошь торосистый лед	80—100

а также при необходимости абрис (схематически составленный чертеж) взаимного расположения гряд и пути судна заносятся в журнал наблюдений в графу «Примечания».

На поверхности многолетних льдов располагаются холмы и бугры, появившиеся вследствие многократного таяния торосов, образования снежниц, таяния ровных участков льда и т. п. Для этих льдов существует специально разработанная 3-балльная шкала всхолмленности (табл. 6).

Таблица 6

Шкала всхолмленности многолетнего льда

Всхолмленность, баллы	Характеристика поверхности многолетнего льда
1	Сглаженный многолетний лед. На поверхности льда преимущественно бугры, образовавшиеся за счет неравномерного таяния, высотой 0,5—0,7 м, весной почти полностью скрытые снегом, и отдельные монолитные гряды торосов
2	Умеренно всхолмленный многолетний лед. Высота бугров, образовавшихся в результате сглаживания старых гряд торосов и неравномерного таяния, около 1—1,5 м, весной над снежной поверхностью возвышаются вершины бугров. Старые и монолитные гряды высотой 1,5—2 м встречаются сравнительно редко
3	Сильно всхолмленный многолетний лед. Поверхность льда сильно изрезана за счет бурного таяния предыдущим летом; на поверхности много сглаженных, сильно сглаженных и монолитных гряд и холмов, высота некоторых достигает 3—4 м и более

2.6. ОЦЕНКА ОБЩЕЙ НАСЛОЕННОСТИ НИЛАСОВЫХ И МОЛОДЫХ ЛЬДОВ

Для ниласовых и молодых льдов определяется балл наслоенности как отношение площади наслоенного льда к общей площади молодых льдов. При этом используется 10-балльная шкала, аналогично принципу оценки сплоченности льда. Процесс наслоения ниласовых и молодых льдов в открытом море протекает весьма неравномерно и захватывает большие пространства, создавая затруднения для судоходства.

В бумажном и электронном журналах наблюдений значения наслоенности льда заносятся в графу «Наслоенность» в баллах от 0 до 10.

2.7. РЕГИСТРАЦИЯ ТОЛЩИНЫ ЛЬДА

Толщина льда определяется как по ходу движения судна, так и (по мере возможности) на стоянке во время дрейфа. При выполнении наблюдений оценивается только толщина ровного льда (вне торосистых образований). Наблюдаемые значения указываются в сантиметрах.

В настоящее время существуют два надежных способа определения толщины льда с борта судна — визуально-инструментальный и инструментальный. Оба способа заключаются в оценке толщины льда по кускам льдин, вставших «на ребро» у борта судна, — так называемым выворотам.

Первый способ основан на визуальной оценке толщины льдины путем сравнения ее с рейкой-выстрелом. Для этой цели на уровне верхней палубы в горизонтальном положении перпендикулярно борту судна крепится предварительно отмаркированная рейка-выстрел. Ее устанавливают с таким расчетом, чтобы она была хорошо видна наблюдателю с его рабочего места и в перспективе взгляда через нее на лед просматривались вывороты. По числу делений на рейке и определяется толщина льда (рис. 2).

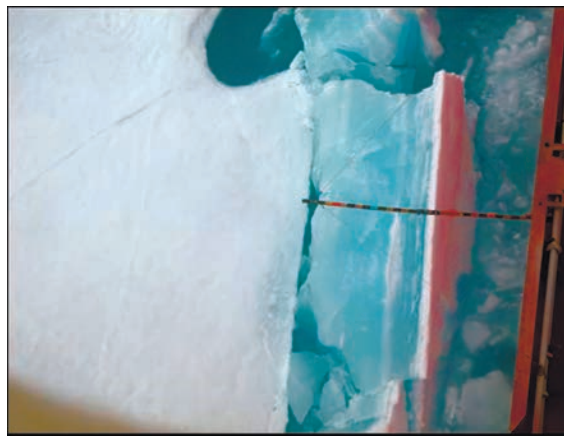


Рис. 2. «Выворот» льдины, пригодный для визуальной оценки толщины льда и высоты снега.

Обычно цена деления составляет 10 см. Необходимо помнить, что фактическая, «разметочная» цена деления ($Ц_д$) рейки должна быть меньше. Ее значение зависит от высоты глаза наблюдателя ($H_г$) и высоты рейки ($H_р$) до поверхности льда. Эта величина рассчитывается по простому соотношению

$$Ц_д = 10\,(H_г - H_р)/\,H_г. \qquad (1)$$

Если наблюдается лед одного возраста, но значительно различающийся по толщине, дифференцированно для каждого наблюдаемого диапазона

толщины указывается его количество в баллах. В электронный журнал эта величина заносится в графу, соответствующую данному диапазону толщины.

Второй способ — инструментальный. В 2004 г. в ААНИИ был разработан цифровой телевизионный комплекс (СТК) для измерения толщины льда с борта судна. Целью внедрения СТК в практику специальных судовых ледовых наблюдений является получение достоверного, статистически значимого массива данных наблюдений за толщиной льда на пути плавания судна. Основная задача, решаемая с помощью СТК, — автоматизация части трудоемких наблюдений, их унификация и исключение влияния субъективных факторов на объем и качество ледовых наблюдений.

Работа комплекса достаточно автономна. При соблюдении определенных требований он может работать длительное время практически без обслуживания квалифицированным специалистом. Таким образом, существует возможность его установки на различных судах и ледоколах с минимумом затрат на его обслуживание и контроль. В целом система показала хорошую работоспособность, устойчивость к влиянию техногенных (отключение электропитания, вибрация, удары) и климатических (жидкие и твердые осадки, обледенение, низкие температуры) факторов. Приборный состав комплекса представлен в приложении В.

2.8. РЕГИСТРАЦИЯ ВЫСОТЫ СНЕЖНОГО ПОКРОВА

Высота снежного покрова регистрируется отдельно для льдов каждого наблюдаемого возраста. Оценка высоты снега на льду осуществляется параллельно с измерениями толщины льда; при этом используются аналогичные измерениям толщины методы (см. п. 2.7).

В журнал наблюдений заносится среднее значение высоты снега для каждой из наблюдаемых возрастных градаций льда. Наблюдаемые значения указываются в сантиметрах.

Оценка заснеженности льда, применяемая в авиационной ледовой разведке, при производстве специальных судовых ледовых наблюдений не выполняется.

2.9. ОЦЕНКА РАЗРУШЕННОСТИ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

В период таяния льда важной характеристикой его состояния является оценка степени разрушенности ледяного покрова. Она основана на учете внешних признаков состояния льда, таких как появление снежниц и степень их развития, наличие снежного покрова, число и размер проталин и промоин, размеры и формы ледяных образований, осадка льдин и форма их краев, наличие подводных таранов и т. д.

Разрушенность льда оценивается по пятибалльной шкале отдельно для однолетних и для старых льдов (табл. 7).

Значения разрушенности записываются в журнал наблюдений в баллах. Наряду с оценкой разрушенности в целых баллах (0, 1, 2, 3 и т. п.)

Таблица 7

Шкала разрушенности льда

Разрушенность, баллы	Внешние признаки разрушенности льда
	Однолетние льды
0	Признаки таяния отсутствуют
1	На поверхности льда наблюдаются отдельные снежницы в виде темных пятен и луж. Начался распад сморозей
2	Поверхность льда потемнела. Снег частично растаял. Повсюду видны большие лужи и отдельные озерки. В бухтах и у наветренных берегов припай покрыт сплошным слоем воды. Местами видны небольшие забереги и приустьевые полыньи
3	Озерки распространены по всей поверхности льда. Снег полностью растаял. Местами видны проталины. В припае появились трещины, а у берегов сквозные забереги. Лед в стадии обсыхания. Цвет льда белесый
4	Сильно разрушенный лед. Повсюду видны проталины и промоины, закончен распад сморозей. Среди битого льда появились грибовидные льдины с подводными таранами. Припай взломан
5	«Гнилой лед». Преобладает битый лед в виде сильно обтаявших бесформенных глыб, глубоко сидящих в воде. Лед сильно пропитан водой, имеет темно-серый цвет
	Старые льды
0	Признаки таяния отсутствуют
1	На верхушках холмов, бугров и торосов снег большей частью стаял, а в пониженных местах появились снежницы в виде пятен мокрого снега
2	На поверхности льда появились лужи и отдельные озерки, общая площадь которых составляет 30—40 % и более. Заструги и надувы осели и приобрели расплывчатую форму. Появились участки, на которых снег сошел
3	На поверхности ледяных полей повсюду видны четко оконтуренные озерки, многие из которых соединены между собой руслами и имеют выход к трещинам и разводьям. Площадь талой воды на поверхности льда уменьшилась в результате стока. Снежный покров на ровных участках в основном сошел
4	В результате стока пресной воды и разлома сморозей площадь талой воды на льду сократилась до 20—30 % и менее. На льду появились проталины. Снежный покров сохранился только в углублениях и около торосов
5	Поля старого льда распались на обломки и глыбы. В результате интенсивного таяния ледяные образования приобрели округленные формы. Над водой выступают лишь возвышенные участки. Снежный покров отсутствует

допускается определение разрушенности в виде интервала между двумя соседними баллами (0—1, 1—2, 2—3 и т. п.). В этом случае в электронный журнал наблюдений значение разрушенности заносится в виде дробного числа (0,5; 1,5; 2,5 и т. п.).

2.10. РЕГИСТРАЦИЯ СЖАТИЙ В ЛЕДЯНОМ ПОКРОВЕ

Большое значение для правильной интерпретации условий плавания при анализе материалов, собранных в ходе рейса, имеет оценка таких важных характеристик состояния ледяного покрова, как наличие сжатия и его интенсивность.

Наличие сжатий в ледяном покрове и их интенсивность оцениваются визуально. Используемая в визуальной ледовой авиаразведке трехбалльная шкала оценки сжатий ориентирована на фиксирование внешних признаков их проявления, которые включают состояние трещин и каналов, наслоение молодых льдов, возникновение валов тертого льда, образование торосов и набивного льда. Приведенные характеристики лишь частично пригодны для наблюдателя, находящегося на борту судна. Здесь наиболее информативными показателями является состояние проложенного канала и само поведение движущегося (дрейфующего) судна. Таким образом, для оценки сжатий целесообразно использовать видоизмененную шкалу (табл. 8).

Таблица 8

Таблица признаков для определения интенсивности сжатия с борта судна

Интенсивность сжатия, баллы	Состояние канала	Эффективность движения судна
0	Лед не сжат (лед «на расплыве»)	Обычное движение
1	От канала остается узкая полоса битого и измельченного льда — канал «заплывает»	Скорость движения падает, судно испытывает затруднения при движении и временами останавливается
2	На месте канала образуется невысокая гряда торосов (канал «сложило в нитку»), в отдельных случаях высота гряды достигает 1,5—2,0 м (канал «собирает»)	Лед у борта местами вспучивается и всторашивается. Судно продвигается с трудом, проводка сопровождается частыми околками
3	Образовавшаяся на месте канала гряда торосов сдвигается в сторону от оси канала (канал «уводит»)	Лед вдоль бортов судна быстро вспучивается и всторошенной полосой наваливается на борт по всей его длине. Движение невозможно

При необходимости наблюдатель уточняет характер сжатий — повсеместный либо на «стыках» полей, а также дополнительно фиксирует скорость и направление ветра.

Ориентация оси сжатия также оценивается визуально по ориентации гряд свежих торосов и наслоений молодых и ниласовых льдов.

Протяженность пути плавания по сжатым стыкам ледяных полей в пределах однородной ледовой зоны измеряется визуально путем сравнения их протяженности с длиной судна.

Все дополнительные характеристики сжатия льдов в журнале наблюдений помещаются в графу «Примечания».

2.11. РЕГИСТРАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА

Загрязнение льда происходит за счет отложения частиц неорганического и органического происхождения на его поверхности и в толще. Данные о загрязненности льда позволяют уточнить характер его формирования, дрейфа и условия таяния. Для определения степени загрязненности по внешним признакам применяется специальная шкала (табл. 9). При определении степени загрязненности необходимо учитывать количество примесей, видимых как на поверхности льда, так и на боковых сколах льдин, выворачивающихся при движении вдоль борта судна, и отмечать в примечаниях их цвет.

Таблица 9

Шкала загрязненности льда

Шкала загрязненности льда	Характеристика поверхности льда
0	Лед чистый, наблюдаются лишь незначительные следы загрязненности
1	Лед мало загрязнен. Площадь загрязненного льда составляет менее $^1/_3$ наблюдаемой поверхности льда
2	Лед средней загрязненности. Площадь загрязненного льда составляет от $^1/_3$ до $^2/_3$ наблюдаемой поверхности.
3	Лед сильно загрязнен. Более $^2/_3$ поверхности льда загрязнено

2.12. РЕГИСТРАЦИЯ СОСТОЯНИЯ КАНАЛА, ПРОКЛАДЫВАЕМОГО ЛИДИРУЮЩИМ ЛЕДОКОЛОМ ИЛИ СУДНОМ

При регистрации состояния канала за кормой лидирующего ледокола или судна оцениваются следующие его характеристики:

– прямолинейность (извилистость),
– сплоченность льда в канале,
– размеры кусков льда в канале.

Наблюдения за указанными характеристиками осуществляются визуально в том случае, если специальные судовые ледовые наблюдения выполняются с борта проводимого судна. Результаты наблюдения за состоянием канала заносятся в графу «Примечания».

2.13. РЕГИСТРАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПРОЛОЖЕННОГО КАНАЛА (ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО КАНАЛУ В ПРИПАЕ)

К сожалению, следует отметить, что меньше всего поддаются как описанию, так и последующей трактовке полученных результатов наблюдения, выполненные при движении судна по заранее проложенному каналу в припае. Главная причина — многообразие факторов, влияющих на предельную ледопроходимость судна в канале, в сочетании с минимальными (визуальными и инструментальными) возможностями регистрации характеристик его состояния.

Тем не менее при движении судна в постоянном канале желательно регистрировать следующие характеристики:

– дату первой прокладки канала;

– ориентировочное число прохождений по каналу;

– возраст обновленного канала (интервал времени с момента последнего движения по нему в сутках);

– размеры льдин в канале (метры);

– степень смерзаемости льда в канале (смерзшийся, не смерзшийся);

– степень заснеженности канала (переметен или нет, средняя высота снега в канале);

– степень сжатия канала (сжат, нейтрален, «на расплыве»);

– преобладающий способ движения судна в канале: непосредственно по каналу или на скол бровки канала.

Регистрация указанных параметров осуществляется в журнале в примечаниях к эксплуатационным характеристикам движения судна.

2.14. РЕГИСТРАЦИЯ НАЛИЧИЯ И ИНТЕНСИВНОСТИ ОБЛИПАНИЯ СУДНА

Облипанием называется процесс внезапного образования многотонной снежно-ледяной «подушки» на бортах корпуса судна при плавании в очень заснеженных льдах сплоченностью 10 или 9—10 баллов. Облипание часто происходит при сжатиях различной интенсивности.

Наиболее часто облипание наблюдается в осенне-зимний период. В весенний период это явление отмечается редко, лишь в случаях образования на полыньях и разводьях первичных форм льда — сала, ниласа и серых льдов. В летний период явление облипания, как правило, не наблюдается.

Процесс облипания корпуса судов снежно-ледяной подушкой состоит из двух стадий:

1) прилипание (адгезия) к корпусу судна конгломерата измельченного льда со снегом с быстрым нарастанием его массы по ширине и длине;

2) смерзание кусков льда (режеляция) в единый монолит, составляющий тело снежно-ледяной «подушки».

Характерными особенностями облипания корпуса судов являются внезапность появления снежно-ледяной подушки, ее лавинообразное нарастание и большая сила сцепления льда с бортами судна.

Наибольшая повторяемость облипания отмечается в носовой оконечности судна, в зоне сильных давлений. Образовавшаяся вблизи форштевня снежно-ледяная «подушка» распространяется по бортам судна к средней части корпуса. Случаи налипания льда вдоль всего борта редки.

Интенсивность облипания оценивается по ряду признаков, которые учитывают как пространственно-временные масштабы явления, так и силу сцепления льда с корпусом судна:

1) *слабое облипание* — эпизодическое облипание один раз в 10—15 мин небольших участков борта судна шириной 1—2 м и длиной 3—5 м. При ударе налипшей снежно-ледяной подушкой о бровку канала или о ненарушенный ледяной покров она отрывается легко и полностью;

2) *среднее облипание* образуется с частотой один раз в 5—10 мин на участках борта судна шириной 2—4 м и длиной 5—20 м; ледяная «подушка» отстает только при многократных реверсах;

3) *сильное облипание* образуется практически непрерывно и вдоль почти всего борта; ширина его превышает 4 м. При реверсах полностью не отстает.

Общая характеристика ледовых условий, при которых отмечаются сильное и среднее облипание: сплоченность льда 10 баллов, толщина льда 30—70 см, торосистость льда 2—3 балла, сжатие льдов до 2 баллов, высота снежного покрова на льду 30—40 см и более.

Интенсивность облипания фиксируется в примечаниях в бумажном журнале наблюдений и в графе «Облипание» в электронном журнале наблюдений в соответствии со следующей кодировкой: отсутствие облипания — 0, слабое облипание — 1, среднее — 2, сильное — 3.

2.15. РЕГИСТРАЦИЯ «ЛЕДОВОЙ РЕКИ»

Ледовая река — это нестационарный струйный поток у границы припая или малоподвижного ледяного массива, дрейфующего с большой скоростью сплоченного, мелкобитого и тертого льда в проливах, заливах или в открытых районах замерзающих морей [16]. Иногда в ледовой реке наблюдаются сжатия.

При встрече с этим явлением наблюдателю необходимо зафиксировать само явление и по возможности оценить скорость дрейфа льда в нем, а также локальную ледовую обстановку и метеорологические условия. Результаты такой оценки в журнале наблюдений заносятся в графу «Примечания».

2.16. РЕГИСТРАЦИЯ АЙСБЕРГОВ

При плавании судов в некоторых акваториях Северного морского пути, Арктического бассейна, а в основном в водах Южного океана дополнительно ко всем перечисленным выше характеристикам ледяного покрова регистрируется число айсбергов, а также по возможности выполняется оценка их количества, размеров, вида и формы.

Выполнение этого вида наблюдений регламентируется специальной программой работ экспедиции. Результаты наблюдений заносятся в специальный (дополнительный) журнал наблюдений.

Стандартный метод наблюдений за айсбергами подразумевает подсчет числа айсбергов по экрану судовой РЛС по 16-мильной шкале. Дискретность наблюдений выбирается в соответствии с принципом перекрытия соседних «отсчетов» (площадей) примерно на треть. В момент определения

фиксируются время, географические координаты и соответственно число айсбергов. Для расчета размеров айсбергов используются секстан, с помощью которого измеряются вертикальный (от уреза воды до вершины) и горизонтальный углы, и судовая РЛС для определения расстояния до измеряемого объекта. Полученное расстояние умножается на тангенс измеренных углов. В результате получают высоту айсберга и его видимую горизонтальную протяженность.

В случае обнаружения айсбергов наблюдателю необходимо в примечаниях к журналу наблюдений указать время и координаты встречи с айсбергом, а также ориентировочные его размеры (в сравнении с размерами судна). Кроме того, следует определить внешний вид айсберга: столообразный, куполообразный, наклонный, пирамидальный или разрушающийся. Также в примечаниях необходимо отмечать время, координаты и количество обломков айсбергов (высота над уровнем моря 1—5 м и площадь 100—300 м^2) и кусков айсбергов (высота над уровнем моря не более 1 м) в районе движения судна.

3. ПОПУТНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Попутные метеорологические наблюдения выполняются в дополнение к специальным судовым ледовым наблюдениям. Регистрируются следующие метеорологические характеристики:

– температура воздуха (градусы Цельсия);
– направление и скорость ветра (градусы, м/с);
– атмосферное давление (мм. рт. ст. или гПа);
– горизонтальная видимость (мили);
– характер атмосферных явлений.

Горизонтальная видимость определяется визуально при движении судна в каждой однородной ледовой зоне. Наблюдения за остальными метеорологическими характеристиками выполняются один раз за вахту (4 часа) или в случае резкого изменения одного из них.

Выполнение метеорологических наблюдений осуществляется инструментально с помощью судовой (экспедиционной) автоматической метеорологической станции, а в случае ее отсутствия с помощью штатных судовых (экспедиционных) метеорологических приборов.

Данные метеорологических наблюдений заносятся в журнал наблюдений в графу «Метео» в бумажном журнале или в соответствующий раздел электронной версии журнала.

4. РЕГИСТРАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ СУДНА

Наряду с характеристиками ледяного покрова, для каждой однородной зоны фиксируется ряд эксплуатационных показателей, отражающих функционирование системы лед — судно. Наблюдения за эксплуатационными показателями движения судна осуществляются визуально и инструментально. Ниже приводятся основные термины и определения, характеризующие движение судна во льдах.

Ледопроходимость — это способность судна продвигаться в конкретных ледовых условиях.

Предельная ледопроходимость — толщина сплошного ровного однородного бесснежного льда, который судно способно преодолевать с минимальной устойчивой скоростью движения (примерно 1—2 узла) при максимальной мощности энергетической установки.

Техническая ледовая скорость — это максимальная рабочая скорость, с которой судно способно преодолевать «однородные» льды на участках значительной протяженности (не менее 1—2 мили) в автономном плавании. Используемая при этом мощность силовой установки зависит от ледовой категории судна и составляет более 90 % максимальной.

Эксплуатационная чистая ледовая скорость определяется как частное от деления протяженности участка с «однородными» льдами на время, затраченное на переход. Эта скорость не регламентирована мощностью, развиваемой энергетической установкой судна. Данные об этой скорости используются при физико-географическом изучении условий плавания на том или ином участке ледовой трассы и являются основным показателем при планировании и оценке работы флота.

При определении этих видов скорости исключаются все задержки судна в пути, не связанные с преодолением льдов.

4.1. РЕГИСТРАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОНОМНОГО ДВИЖЕНИЯ СУДНА

При автономном плавании судна в журнале наблюдений в графе «Ордер» указывается категория ледовых усилений судна в соответствии с правилами классификации и постройки морских судов Российского морского регистра судоходства: например, Icebreaker9 или Arc5.

При автономном плавании судна регистрируются следующие показатели.

1. *Характер автономного движения судна*. Определяется визуально. Указывается один из двух типов движения — непрерывное (судно движется без остановок) или с использованием набегов (ударов).

2. *Тип движения судна.* Определяется визуально, преимущественно для судов, оборудованных движительной установкой типа Azipod. Указывается, каким образом — носом или кормой вперед — движется судно. В случае изменения типа движения в журнале наблюдений открывается новая однородная ледовая зона с указанием времени и координат точки смены типа движения.

3. *Количество набегов* (*ударов*). Набеги (удары) используются в тех случаях, когда скорость судна при движении во льдах снижается до нуля (судно останавливается). После этого судно отходит назад и «с разбега» пытается преодолеть ледяное образование, послужившее причиной остановки (гряда торосов, сжатый стык ледяных полей и т. п.).

Набег (удар) считается законченным, если судно, совершив его, получило устойчивое движение. В случае повторной остановки и отхода судна назад регистрируется следующий набег (удар).

В журнале наблюдений в графе «Набеги, заклинивания» указывается суммарное количество набегов (ударов), совершенное судном при плавании в пределах однородной ледовой зоны. В графе «Примечания» указываются причины работы набегами.

Набегами (ударами) не считаются следующие случаи:

– после потери хода судна повышается мощность судовой энергетической установки (СЭУ), в результате чего судно получает устойчивое движение;

– после остановки и последующего отхода назад судно обходит ледовое образование, вызвавшее потерю хода, и продолжает движение с устойчивой скоростью.

4. *Время, затраченное на работу набегами* (*ударами*). Определяется инструментально с помощью секундомера. Суммируется время, затраченное на производство всех набегов (ударов), выполненных при плавании в однородной ледовой зоне.

Началом набега (удара) считается время перевода рукояток машинного телеграфа на задний ход. Окончанием набега (удара) считается время прохода миделем судна места, в котором судно остановилось, если после выполнения набега судно получило устойчивое движение. В случае остановки судна после совершения набега (удара) временем его окончания является время следующего перевода рукояток машинного телеграфа на задний ход.

В журнал наблюдений в графе «Набеги, заклинивания» заносится только суммарное время, затраченное на работу набегами (ударами) при движении в однородной ледовой зоне.

5. *Время заклинивания судна.* Определяется инструментально с помощью секундомера. Заклиниванием (клинением) судна называются случаи полной потери хода при работе СЭУ на полную мощность как передним, так и задним ходом. Заклинивание судна обычно наблюдается при форсировании мощных гряд торосов, а также при попадании судна в сильные сжатия.

Началом заклинивания является время остановки судна, окончанием — время возобновления поступательного движения (независимо от того, передним или задним ходом). В журнал наблюдений заносится только суммарное время заклинивания при движении в однородной ледовой зоне, в графе «Примечания» указываются причины заклинивания.

6. *Схема работы СЭУ.* Определяется по показаниям индикаторов работы СЭУ на ходовом мостике судна, указывается количество двигателей, задействованных в схеме СЭУ. В случае изменения схемы СЭУ (подключение дополнительных или отключение задействованных двигателей) в журнале наблюдений открывается новая однородная ледовая зона с указанием времени и координат точки смены схемы работы СЭУ.

7. *Используемая мощность судовой энергетической установки.* Определяется инструментально по показаниям индикаторов работы СЭУ на ходовом мостике судна.

При производстве специальных судовых ледовых наблюдений с борта атомного ледокола указывается ограничение мощности СЭУ, выраженное в процентах. При производстве специальных судовых ледовых наблюдений с борта ледоколов или судов, оборудованных дизель-электрической СЭУ, указывается используемая мощность, выраженная в мегаваттах (МВт).

В случае изменения значений используемой мощности СЭУ в журнале наблюдений открывается новая однородная ледовая зона с указанием времени и координат изменения используемой мощности.

8. *Остановка судна, связанная с гидрометеорологическими причинами*. К таким остановкам относятся:

– вынужденный дрейф судна, обусловленный неэффективностью движения судна в сложившихся ледовых условиях (судно лежит в дрейфе в ожидании улучшения ледовой обстановки);

– ожидание результатов авиационной ледовой разведки;

– получение повреждений от воздействия льда на корпус судна, которые привели к нарушению герметичности корпуса судна;

– поломка элементов винто-рулевой группы (потеря лопасти винта или винта целиком, повреждение баллера руля и т. п.) при их взаимодействии со льдом.

В случае остановки движения судна, связанной с гидрометеорологическими причинами, в журнале наблюдений открывается новая однородная ледовая зона; при этом в графе «Тип зоны» указывается «стоп», в графах характеристик ледяного покрова ставится прочерк (–), в графе «Примечания» указывается причина остановки. При возобновлении движения судна в журнале наблюдений открывается новая ледовая зона.

9. *Остановка движения судна, не связанная с гидрометеорологическими причинами*. К таким остановкам (дрейфу) судна обычно относятся:

– производство ремонта технических устройств судна, выход из строя которых не был вызван гидрометеорологическими причинами, требующего остановки движения;

– выполнение регламентных работ, связанных с техническим обслуживанием СЭУ;

– взлет и посадка вертолета на вертолетную площадку судна;

– производство научных наблюдений (запуск аэрологических зондов, выполнение гидрологических или ледовых станций и т. п.);

– стыковка с другим судном для передачи с борта на борт людей, оборудования, снабжения и т. п.;

– проведение грузовых работ на льду и др.

В случае остановки движения судна, не связанной с гидрометеорологическими причинами, в журнале наблюдений открывается новая однородная ледовая зона; при этом в графе «Тип зоны» указывается «дрейф», в графах характеристик ледяного покрова ставится знак прочерк (–), в графе «Примечания» указывается причина остановки. При возобновлении движения судна в журнале наблюдений открывается новая ледовая зона.

4.2. РЕГИСТРАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЯ СУДОВ В СОСТАВЕ КАРАВАНА

При движении судов в составе каравана осуществляется регистрация эксплуатационных показателей по двум направлениям:

1) регистрируются эксплуатационные показатели движения каравана как единого целого;

2) регистрируются эксплуатационные показатели движения судна, с борта которого осуществляются специальные судовые ледовые наблюдения.

В рамках первого направления регистрируются следующие показатели.

1. *Ордер каравана.* В журнале наблюдений в графе «Ордер» указываются порядок построения судов в караване и категории ледовых усилений судна в соответствии с Правилами классификации и постройки морских судов Российского морского регистра судоходства: например, Icebreaker9+2 Arc7+Arc5. Категория ледовых усилений каждого судна в караване сообщается капитанами судов. В графе «Примечания» указываются названия судов.

2. *Средняя дистанция между судами*. Определяется инструментально с помощью судовой радиолокационной станции или визуально. В журнале наблюдений в графе «Дистанция» параметр указывается в милях.

3. *Тип движения судна в караване: самостоятельно или на буксире.* В журнале наблюдений в графе «Тип движения судна» записывается «САМ» при самостоятельном движении судна или «БУКС» при буксировке, в графе «Примечания» указывается, какое из судов каравана взято на буксир.

При остановке движения судна для взятия его на буксир или отдачи буксира в журнале наблюдений открывается новая ледовая зона; при этом в графе «Тип зоны» указывается «стоп», в графах характеристик ледяного покрова ставится прочерк (–), в графе «Примечания» указывается причина остановки. При возобновлении движения судна в журнале наблюдений открывается новая ледовая зона.

4. *Время, затраченное на околку судов.* Регистрируется инструментально с помощью секундомера. Началом околки считается время, когда окалывающее судно (ледокол) останавливается для возвращения к окалываемому судну или меняет курс для производства околки. Окончанием околки считается время начала устойчивого движения окалываемого судна.

В журнале наблюдений в графу «Околка» заносится суммарное время, затраченное на околки при движении каравана в однородной ледовой зоне.

В рамках второго направления регистрация эксплуатационных показателей движения судна, с борта которого проводятся специальные судовые наблюдения, осуществляется в соответствии с правилами, установленными для автономного движения судна (см. п. 4.1).

4.3. ИЗМЕРЕНИЯ ЛЕДОВОЙ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЧИСТОЙ СКОРОСТИ

Современные средства спутниковой навигации, которыми оборудованы все ледоколы и транспортные суда, эксплуатируемые в замерзающих акваториях Мирового океана, позволяют с большой точностью получать информацию о географическом положении судна в любой момент времени.

В связи с этим в обычной практике регулярных специальных судовых наблюдений для определения положения судна не требуется применения астрономических или иных методов.

По данным спутниковой навигации (координатам начала/окончания движения в однородной ледовой зоне) значения протяженности пути плавания L (морские мили) в ледовой зоне рассчитываются по формуле

$$L = \left(\frac{10800}{\pi}\right) 2\arcsin\left\{\frac{\sin\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right)\sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)}{\cos \operatorname{arctg}\left[\operatorname{ctg}\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right) / \sin\left(\frac{\pi}{2} - \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}\right)\right]}\right\}, \quad (2)$$

где φ_1, λ_1 и φ_2, λ_2 — координаты начала и окончания плавания в зоне.

Далее рассчитывается значение ледовой эксплуатационной чистой скорости путем элементарного деления протяженности пути на время движения в зоне.

Формула (2) предварительно заносится в каждую строчку электронного журнала ледовых наблюдений (электронную таблицу), после чего при занесении времени и координат начала/окончания движения в однородной ледовой зоне осуществляется автоматический расчет времени движения судна в однородной ледовой зоне, протяженности пути плавания в ней и средней ледовой эксплуатационной чистой скорости.

В течение всего периода плавания во льдах рекомендуется проводить автоматическую запись географических координат положения судна (используя приемники навигационных систем, на жесткий диск персонального компьютера с малой дискретностью (~ 1 минута)). Данный вид информации

позволит получить характер распределения скорости движения судна в основных ледовых образованиях и однородных ледовых зонах — коэффициент извилистости пути плавания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящее методическое пособие подготовлено на основе многолетнего опыта работы в высокоширотных экспедициях специалистов лаборатории изучения ледового плавания отдела ледового режима и прогнозов Арктического и антарктического научно-исследовательского института. Данные специальных судовых ледовых наблюдений, выполняемых согласно представленной в пособии методике, имеют большую ценность для изучения льда как среды судоходства. Таким путем, имея непрерывное описание всех характеристик ледяного покрова по пути движения судна, можно получить оценку эффективности использования судов определенного типа в конкретных ледовых условиях. Например, на основе данных специальных судовых ледовых наблюдений разработана эмпирическая модель количественной оценки трудности плавания судов во льдах, которая позволяет получить зависимости скорости движения судов от всех тех параметров ледяного покрова, которые могут быть охарактеризованы количественно по результатам наблюдений [17].

Также данные специальных судовых ледовых наблюдений используются для валидации спутниковой информации о ледяном покрове [18], а оперативно поступающие диспетчерские сообщения о ледовых условиях плавания позволяют уточнять ледовые прогнозы [19].

Специализированных научно-исследовательских высокоширотных морских экспедиций проводится крайне мало, поэтому для получения детальных данных о ледяном покрове необходимо использовать все возможности участия квалифицированных ледовых специалистов на борту судов ледового класса или ледоколов. Преимуществом выполнения специальных судовых ледовых наблюдений является возможность их проведения с борта судна по пути движения без дополнительных затрат судового времени на научно-исследовательские работы. Авторы надеются, что данная методика будет применяться в максимально возможном количестве экспедиций при прохождении судов через морские льды, что будет способствовать расширению архива данных специальных судовых ледовых наблюдений для использования их при решении ряда научных и практических задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция для производства наблюдений над льдами с корабля / Составитель Я.Я. Гаккель. М.: Изд-во Главсевморпути, 1944. 42 с.

2. Инструкция для наблюдений за льдами с корабля. Л.: Морской транспорт, 1956. 48 с.

3. Инструкция для наблюдений за льдами с судна / Составитель Н.А. Чуркина. Л.: Фонды ААНИИ, 1975. 87 с.

4. Номенклатура морских льдов. Условные обозначения для ледовых карт. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 86 с.

5. Номенклатура ВМО по морскому льду (WMO Sea Ice Nomenclature). WMO/ОММ/ВМО № 259. 2014 // Электронный ресурс. http://wdc.aari.ru/wmo/nomen/volume1.html (Дата обращения: 17.03.2025).

6. *Бушуев А.В., Волков Н.А., Лощилов В.С.* Атлас ледовых образований. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 140 с.

7. Атлас ледяных образований / Под общей редакцией В.М. Смоляницкого. СПб.: ААНИИ, 2019. 231 с.

8. Руководство по производству ледовой авиаразведки. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 240 с.

9. *Гордиенко П.А., Бузуев А.Я., Сергеев Г.Н.* Изучение ледяного покрова моря как среды судоходства // Проблемы Арктики и Антарктики. 1967. № 27. С. 93—104.

10. *Каштелян В.И., Позняк И.И., Рывлин А.Я.* Сопротивление льда движению судна. Л.: Судостроение, 1968. 238 с.

11. *Бузуев А.Я.* Влияние природных условий на судоходство в замерзающих морях. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 200 с.

12. *Ионов Б.П., Грамузов Е.М.* Ледовая ходкость судов. СПб: Судостроение, 2001. 510 с.

13. РД 52.27.881—2019. Руководство по гидрометеорологическому обеспечению морской деятельности. М.: ФГБУ «Гидрометцентр России», 2019.

14. *Макаров Е.И., Фролов С.В.* Проблема специализированного гидрометеорологического обеспечения высокоширотного судоходства во льдах Арктики и реалии ее решения // Проблемы Арктики и Антарктики. 1997. № 71. С. 129—147.

15. *Фролов С.В.* Влияние ориентации нарушений сплошности льда на эффективность движения судов в Арктическом бассейне в летний период // Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. № 3. С. 35—45.

16. Опасные ледовые явления для судоходства в Арктике / Под ред. Е.У. Миронова. СПб: ААНИИ, 2010. 320 с.

17. *Бузуев А.Я.* Влияние природных условий на судоходство в замерзающих морях. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 200 с.

18. *Alekseeva T., Tikhonov V., Frolov S., Repina I., Raev M., Sokolova J., Sharkov E., Afanasieva E., Serovetnikov S*. Comparison of Arctic Sea Ice Concentrations from the NASA Team, ASI, and VASIA2 Algorithms with Summer and Winter Ship Data // Remote Sensing. 2019. V. 11, P. 2481. doi.org/10.3390/rs11212481

19. *Алексеева Т.А., Макаров Е.И., Бородкин В.А., Сероветников С.С., Саперштейн Е.Б., Соколова Ю.А., Котельников В.Д.* Развитие методики проведения специальных судовых ледовых наблюдений // Проблемы Арктики и Антарктики. 2023. Т. 69 (4). С. 394—406. https://doi.org/10.30758/0555-2648-2023-69-4-394-406

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Бумажный журнал судовых специальных ледовых наблюдений готовится заранее, до начала выполнения специальных судовых ледовых наблюдений. Для этого используется либо тетрадь формата А4 с разлинованными вручную столбцами и строками, либо распечатанные листы А4 с уже готовыми для заполнения таблицами. В развернутом виде такой журнал должен представлять собой лист, близкий к формату А3. Пример оформления титульного листа журнала, первой страницы, левой и правой страниц разворота для записи данных представлен на рис. А.1 — А.4.

ЖУРНАЛ СПЕЦИАЛЬНЫХ СУДОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

на борту _____

Название экспедиции «_____»

Район работ: _____

Период специальных судовых ледовых наблюдений: ДД.ММ.ГГГГ-ДД.ММ.ГГГГ

Капитан	**ФИО**
Руководитель ледового отряда Ледовые наблюдатели:	**ФИО**
Вахта 00:00-04:00 и 12:00-16:00 Мск.	**ФИО**
Вахта 04:00-08:00 и 16:00-20:00 Мск.	**ФИО**
Вахта 08:00-12:00 и 20:00-24:00 Мск.	**ФИО**

Рис. А.1. Титульный лист журнала специальных судовых ледовых наблюдений.

Технические и ледовые характеристики судна

Длина:

Ширина:

Осадка:

Водоизмещение:

Высота главной палубы:

Высота палубы ходового мостика:

Скорость на чистой воде:

Суммарная мощность СЭУ:

Максимальная мощность, подаваемая на электродвигатель гребного винта:

Категория ледовых усилений судна:

Предельная ледопроходимость:

Рис. А.2. Первый информационный лист журнала специальных судовых ледовых наблюдений.

Номер страницы: Дата: ДД.ММ.ГГГГ

№ зоны, время	Координаты (широта, долгота)	Тип зоны НСЛ	Лед в районе плавания (сплоченность, возрастные формы, разрушенность, торосистость)	Лед на пути плавания					
				Сплоченность, возрастные формы	Торосистость	Сжатие	Снег	Загрязненность	Разрушенность
№1 00:00	° ′ ″ ° ′ ″				макс. △ ср.				

Рис. А.3. Заголовки, подзаголовки граф и первая строка левой страницы разворота бумажного журнала специальных судовых ледовых наблюдений.

Толщина льда, см	Ширина НСЛ	Набеги, заклинивания	Характеристика работы СЭУ	Метео	Примечания
			: : : :	V = T = Sp Dir	

Рис. А.4. Заголовки, подзаголовки граф и первая строка правой страницы разворота бумажного журнала специальных судовых ледовых наблюдений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Электронный журнал специальных судовых ледовых наблюдений в формате .xls или .xlsx служит для хранения и анализа данных наблюдений за ледовыми условиями плавания.

Электронная таблица (журнал) содержит три рабочих листа:

1) «Лед» — рабочий лист, содержащий данные наблюдений за характеристиками ледяного покрова;

2) «Судно» — рабочий лист, содержащий данные наблюдений за эксплуатационными показателями движения судна;

3) «Метео» — рабочий лист, содержащий данные метеонаблюдений.

Основной принцип построения таблицы: информация, содержащаяся в каждой строке (записи) таблицы, относится к движению судна в однородной ледовой зоне с фиксированными географическими координатами, временем и датой начала и окончания плавания в ней.

Значения характеристик электронной таблицы могут быть наблюденными (измеренными), расчетными или отсутствующими (не наблюдаемыми).

Прочерк (–) означает, что наблюдения за данной характеристикой ледяного покрова не производились или отсутствуют.

Информационные поля рабочего листа «Лед» в электронном журнале представленны в табл. Б.1 и на рис. Б.1.

Таблица Б.1

Описание характеристик ледяного покрова рабочего листа «Лед» в электронном журнале специальных судовых ледовых наблюдений

Номер графы	Характеристика ледяного покрова	Единицы измерения
1	Порядковый номер однородной ледовой зоны	число
2	Дата, время начала плавания в однородной ледовой зоне	формат даты Excel
3	Широта начала плавания в зоне	градусы, минуты, секунды
4	Долгота начала плавания в зоне	градусы, минуты, секунды
5	Индекс типа зоны	Ориентация НСЛ относительно генерального курса движения судна / остановка / дрейф
	Характеристики ледяного покрова в районе плавания	
6	Общая сплоченность льда	баллы, от 0 до 10
7	Количество начальных льдов и ниласа	баллы, от 0 до 10

Окончание табл. Б.1

Номер графы	Характеристика ледяного покрова	Единицы измерения
8	Количество молодых льдов	баллы, от 0 до 10
9	Количество однолетних тонких льдов	баллы, от 0 до 10
10	Количество однолетних средних льдов	баллы, от 0 до 10
11	Количество однолетних толстых льдов	баллы, от 0 до 10
12	Количество старых (в том числе и многолетних) льдов	баллы, от 0 до 10
13	Формы начальных льдов и ниласа	код, от 0 до 7
14	Формы молодых льдов	код, от 0 до 7
15	Формы однолетних тонких льдов	код, от 0 до 7
16	Формы однолетних средних льдов	код, от 0 до 7
17	Формы однолетних толстых льдов	код, от 0 до 7
18	Формы старых льдов	код, от 0 до 7
19	Преобладающая торосистость в районе плавания	баллы, от 0 до 5
	Характеристики ледяного покрова по пути плавания	
20	Общая сплоченность льда	баллы, от 0 до 10
21	Количество начальных льдов и ниласа	баллы, от 0 до 10
22	Количество молодых льдов	баллы, от 0 до 10
23	Количество однолетних тонких льдов	баллы, от 0 до 10
24	Количество однолетних средних льдов	баллы, от 0 до 10
25	Количество однолетних толстых льдов	баллы, от 0 до 10
26	Количество старых (в том числе и многолетних) льдов	баллы, от 0 до 10
27	Формы начальных льдов и ниласа	код, от 0 до 7
28	Формы молодых льдов	код, от 0 до 7
29	Формы однолетних тонких льдов	код, от 0 до 7
30	Формы однолетних средних льдов	код, от 0 до 7
31	Формы однолетних толстых льдов	код, от 0 до 7
32	Формы старых льдов	код, от 0 до 7
33	Преобладающая торосистость на пути движения судна	баллы, от 0 до 5
34	Средняя высота торосистых образований	метры
35	Максимальная высота торосистых образований	метры
36	Наслоенность начальных и молодых льдов на пути движения судна	баллы, от 0 до 10
37	Всхолмленность старого льда	баллы, от 0 до 3
38	Сжатие льда	баллы, от 0 до 3
39	Разрушенность однолетних льдов	баллы, от 0 до 10
40	Разрушенность старых льдов	баллы, от 0 до 10
41	Время движения по НСЛ	часы : минуты : секунды
42	Средняя ширина НСЛ	метры
43	Высота снега на молодых льдах	сантиметры
44	Высота снега на однолетних льдах	сантиметры
45	Высота снега на старых льдах	сантиметры
46—60	Количество однолетнего льда каждой из градаций толщины	баллы, от 0 до 10
61—73	Количество старого льда каждой из градаций толщины	баллы, от 0 до 10
74	Загрязненность льда	баллы, от 0 до 3
75	Примечания	текст

Номер зоны	Начало зоны			
	Дата и время начала зоны (Мск или GMT)	Широта	Долгота	Тип зоны (НСЛ/стоп)
1	2	3	4	5
123	18.09.2012 19:23	84,07082	–101,27966	В
124	18.09.2012 20:01	84,05217	–102,11781	В

Сплоченность льда (лед в районе плавания)

Общая сплоченность	Начальные и нилас	Молодой	Однолетний тонкий	Однолетний средний	Однолетний толстый	Старый
6	7	8	9	10	11	12
10	0,0	0,5	0,0	1,0	1,5	7,0
10	0,5	0,5	0,0	1,0	1,0	7,0

Лед в районе плавания

Формы льда						Торосистость
Начальные и нилас	Молодые	Однолетний тонкий	Однолетний средний	Однолетний толстый	Старый	
13	14	15	16	17	18	19
–	2/3	–	2/3/4	3/4	2/3/4/5	2,0
2/3	2/3	–	2/3	3/4	2/3/4/5	2,0

Сплоченность льда (лед на пути плавания)

Общая сплоченность	Начальные и нилас	Молодой	Однолетний тонкий	Однолетний средний	Однолетний толстый	Старый
20	21	22	23	24	25	26
10	0,0	0,5	0,0	1,0	1,5	7,0
10	1,0	0,5	0,0	1,0	1,5	6,0

Лед на пути плавания

Формы льда						Торосис-тость	Средняя высота торосов	Макс. высота торосов
Начальные и нилас	Молодые	Однолетний тонкий	Однолетний средний	Однолетний толстый	Старый			
27	28	29	30	31	32	33	34	35
–	2/3	–	2/3/4	2/3/4	2/3/4/5	2,0	1,0	3,0
2	1/2/3	–	1/2/3	1/2/3	2/3/4	2,0	1,5	4,0

Лед на пути плавания									
Наслоенность	Всхолмленность	Сжатие	Разрушенность		НСЛ		Высота снега		
			Однолетних льдов	Старых льдов	Индекс (ч:мин:с)	Средняя ширина	Молодые льды	Однолет. льды	Старые льды
36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0:00:55	40	3	15	20
0,0	2,0	0,5	0,0	0,0	0:00:00	0	3	15	20

Повторяемость толщины льда определенной градации									
Однолетний лед									
0—5	5—10	10—15	15—20	20—25	25—30	30—40	40—50	50—60	60—70
46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0,5	0	0	0	0	0	0	0

Повторяемость толщины льда (см) определенной градации									
Однолетний лед					Старый лед (двухлетний, многолетний)				
70—80	80—90	90—100	100—120	120—140	140—160	160—180	180—200	200—220	220—240
56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
0	0	0	1	1,5	0,5	0	1	1	1
0	0	0	1	1,5	0,5	0	1	1	1

Повторяемость толщины льда (см) определенной градации								Загрязнение	Примечание
Старый лед (двухлетний, многолетний)									
240—260	260—280	280—300	300—320	320—340	340—360	360—380	380—400		
66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
1	0	0	0	1	1	0,5	0		
0,5	0	0	0	1	1	0	0		

Рис. Б.1. Заголовки и подзаголовки граф, а также первые две строки (для примера) вкладки «Лед» электронного журнала наблюдений.

Информационные поля рабочего листа «Судно» в электронном журнале представлены в табл. Б.2 и на рис. Б.2.

Таблица Б.2

Описание характеристик ледяного покрова вкладки «Судно» в электронном журнале специальных судовых ледовых наблюдений

Номер графы	Эксплуатационные показатели движения судна	Единицы измерения
1	Порядковый номер однородной ледовой зоны	число
2	Количество набегов	число
3	Характер автономного движения судна	текст: Н — непрерывное, У — работа ударами, К—заклинивание
4	Длительность работы набегами	минуты : секунды
5	Широта точки, в которой судно работает набегами	градусы, минуты, секунды
6	Долгота точки, в которой судно работает набегами	градусы, минуты, секунды
7	Дата	ДД.ММ.ГГГГ
8	Время	часы : минуты : секунды
9	Движение носом или кормой	текст: нос / корма
10	Схема судовой энергетической установки	количество двигателей в работе
11	Мощность судовой энергетической установки	Мвт / %
12	Обороты двигателей	об/мин
	Движение судна в караване	
13	Ордер каравана (порядок построения судов в караване и категории ледовых усилений судна)	текст: например «Ib9+Arc5+Arc4»
14	Средняя дистанция между судами	морские мили
15	Тип движения судна (самостоятельно или на буксире)	текст
16	Время, затраченное на околку судов	мин : сек
17	Облипание	текст
18	Примечания	текст

Номер зоны	Характер автономного движения судна						
	Кол-во	Н/У/К	Длительность	Широта	Долгота	Дата	Время
1	2	3	4	5	6	7	8
205	1	У	2:46	84,12729	100,10432	25.09.2012	15:45:58
	2	У	3:09	84,10519	100,33718	25.09.2012	16:48:21

Движение носом или кормой	Судовая энергетическая установка		
Н/К	Схема	Мощность	Обороты
9	10	11	12
Н	1:1:1	70	100:120:120
Н	1:1:1	70	100:120:120

Караван				Облипание	Примечания
13	14	15	16	17	18
Ib9+Arc5+Arc4	0,3	Самостоятельно	–	–	–
Ib9+Arc5+Arc4	0,3	Самостоятельно	–	–	–

Примечание. Н — непрерывное, У — работа ударами, К — заклинивание

Рис. Б.2. Заголовки и подзаголовки граф, а также первые две строки (для примера) вкладки «Судно» электронного журнала наблюдений.

Информационные поля рабочего листа «Метео» в электронном журнале представлены в табл. Б.3 и на рис. Б.3.

Таблица Б.3

Описание характеристик ледяного покрова вкладки «Судно» в электронном журнале специальных судовых ледовых наблюдений

Номер графы	Эксплуатационные показатели движения судна	Единицы измерения
1	Порядковый номер однородной ледовой зоны	число
2	Дата	ДД.ММ.ГГГГ
3	Время	часы : минуты : секунды
4	Широта	градусы, минуты, секунды
5	Долгота	градусы, минуты, секунды
6	Видимость	морские мили
7	Температура воздуха	°С
8	Атмосферное давление	мм.рт.ст. или гПа
9	Направление ветра	градусы
10	Скорость ветра	м/с
11	Туман	**х** — есть, пустая ячейка — нет
12	Дождь	**х** — есть, пустая ячейка — нет
13	Снег	**х** — есть, пустая ячейка — нет
18	Примечания	текст

Номер зоны	Дата	Время	Широта	Долгота	Видимость, мили	Температура воздуха, °С
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
123	18.09.2012	19:23	84,07082	–101,27966	0,5	–13,7
124	18.09.2012	20:01	84,05217	–102,11781	10	–12,0

Атмосферное давление, мм. рт. ст / ГПа	Направление ветра, град	Скорость ветра, м/с	Явления		
			Туман	Дождь	Снег
8	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*
764,0	50	6,2	–	–	х
763,0	70	3,0	–	–	–

Рис. Б.3. Заголовки и подзаголовки граф, а также первые две строки (для примера) вкладки «Метео» электронного журнала наблюдений.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

С целью обеспечения круглосуточного режима наблюдений за ледовой обстановкой и нивелирования влияния человеческого фактора на качество наблюдений в составе оборудования, используемого ледовым наблюдателем, имеется судовой телевизионный комплекс (СТК).

При выполнении специальных судовых ледовых наблюдений рекомендуется использовать следующие приборы и оборудование.

1. Автоматизированное рабочее место (АРМ) ледового наблюдателя, ноутбук с установленным специализированным программным обеспечением (ПО).

1.1. Электронно-навигационная (ЭКНИС) или геоинформационная (ГИС) система для визуализации маршрута движения, ледовой обстановки по данным ИСЗ, навигационных рекомендаций и проведения навигационных расчетов.

1.2. Электронный журнал специальных судовых наблюдений.

1.3. ПО для расчета толщины ледяных выворотов и высоты снежного покрова ICETHICKNESS по изображениям, получаемым с помощью СТК.

1.4. ПО для получения метеорологических данных от автоматической метеорологической станции (АМС) судовой или мобильной.

1.5. ПО для получения навигационных данных от приемников GPS/Глонасс судовых или мобильных.

1.6. Коммуникационное ПО для обеспечения приема данных от судовых или мобильных устройств, а также для получения/обмена данными с внешними серверами посредством судового канала связи.

2. АРМ оператора СТК, ноутбук с установленным специализированным ПО.

2.1. ПО для контроля и управления режимами СТК.

2.2. ПО для получения навигационных данных от приемников GPS/Глонасс судовых или мобильных.

3. Сетевой коммутатор, объединяющий оба АРМ и все внешние устройства в единую систему.

4. Комплект ледовых IP камер (1—4 шт. в зависимости от версии СТК).

5. GPS/Глонасс приемник с магнитным компасом 2 шт.

6. Мобильная автоматическая метеорологическая станция (АМС).

7. Отмаркированная рейка-выстрел для визуального определения толщины льда и высоты снега.

8. Лазерный дальномер.
9. Бинокль.
10. Цифровой фотоаппарат.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И СОСТАВ СУДОВОГО ТЕЛЕВИЗИОННОГО КОМПЛЕКСА

СТК представляет собой систему видеонаблюдения, адаптированную для фиксации выворотов льдин вдоль борта судна и последующего расчета толщины льда и высоты снега. При необходимости СТК дополняется периферическими камерами для фоторегистрации ледовых условий на пути следования судна (рис. В.1). Основная задача, решаемая с помощью комплекса, — это проведение непрерывных круглосуточных наблюдений и устранение влияния человеческого фактора на устойчивость результатов наблюдений. СТК с 2004 г. стал неотъемлемой частью проведения специальных судовых ледовых наблюдений ААНИИ.

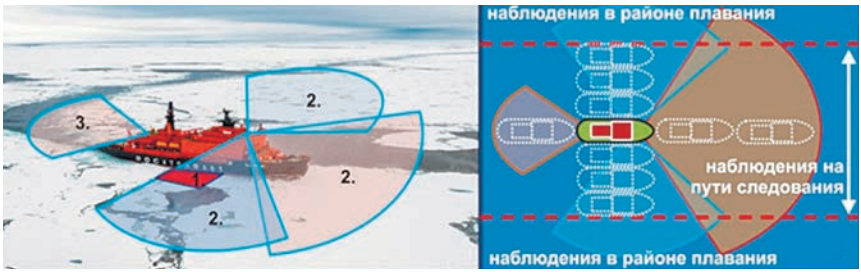


Рис. В.1. Схема проведения специальных ледовых наблюдений СТК.

Слева — схема секторов и площадок ледовых наблюдений: *1* — площадка толщиномера, *2* — сектор обзорных ледовых камер, *3* — сектор ледовой камеры оценки сжатия; справа — схема фактической полосы наблюдений на пути следования шириной 2—3 корпуса судна справа и слева по борту и наблюдений в районе плавания в соответствии с фактическими условиями видимости и освещенности.

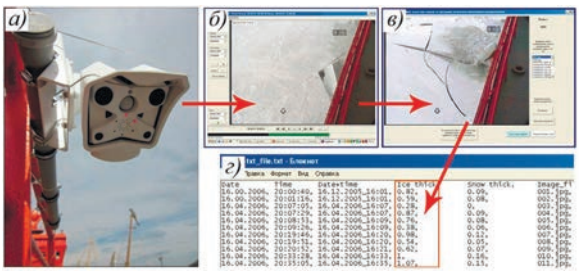


Рис. В.2. Схема избирательной оценки толщины льда, выполняемой ледовым наблюдателем с помощью блока толщиномера СТК.

а) внешний вид основного видеорегистратора СТК; *б*) интерфейс специализированного ПО для отбора изображений выворотов льда; *в*) интерфейс специализированного ПО для определения толщины льда; *г*) таблица выходных данных.

СТК позволяет непрерывно регистрировать общую сплоченность ледяного покрова, толщину льда (рис. В.2), высоту снежного покрова, текстуру

бокового скола льдин и их возрастные характеристики, наличие сжатий во льду, температуру и относительную влажность воздуха, температуру и соленость воды, атмосферное давление, скорость и направлении ветра, а также параметры движения судна: географическое положение, скорость, курс.

Получаемые разнородные данные имеют четкую временную и координатную привязку и формируют комплексный массив информации о состоянии ледяного покрова и сопутствующих условиях.

Расположение элементов СТК индивидуально для каждого типа судна. В зависимости от конструктивных особенностей и архитектуры судна блоки располагаются таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность работы.

Контакты для консультации
по вопросам проведения специальных судовых ледовых наблюдений:

ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»,
ул. Беринга, 38,
Санкт-Петербург, 199397, Россия
Тел.: (812) 337-3154
Email: taa@aari.ru

ПРОИЗВОДСТВО СПЕЦИАЛЬНЫХ СУДОВЫХ ЛЕДОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Методическое пособие

Подписано в печать 12.05.2025
Формат 60×90 1/16
Тираж 100

Печать цифровая
Печ. л. 3,0
Заказ №

Отпечатано ООО «ТФП»
170006, г. Тверь, Беляковский пер., д. 46, помещение 20