

## АКТУАЛИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕВАЛКИ ГРУЗОВ ЧЕРЕЗ ПРИПАЙ

канд. физ.-мат. наук Н.В. КУБЫШКИН, канд. геогр. наук Ю.П. ГУДОШНИКОВ  
ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, e-mail: kuba@aari.ru, guo@aari.ru

Рассмотрен современный подход к инженерному обеспечению безопасности выгрузки на припай и транспортировки грузов по льду. Рассмотрены опыт подобных операций в Российской Арктике и использование современных технологий для их расширения.

*Ключевые слова:* ледяной покров, физико-механические свойства, грузовые операции, безопасность, арктические моря.

### ЛЕДЯНОЙ ПОКРОВ ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ КАК ЧАСТЬ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Ледяной покров морей, озер, рек всегда являлся препятствием для судоходства, а воздействие льда на берега, береговые и морские сооружения представляет собой угрозу, которую необходимо учитывать при выборе места расположения и проектировании гидротехнических объектов. Тем не менее люди, живущие в районах с замерзающими водоемами, издавна приспособились использовать ледяной покров для сокращения расстояний при передвижении и транспортировке грузов через водные объекты без использования плавсредств. С развитием техники и началом использования в транспортных целях с конца XIX — начала XX в. тяжелых транспортных средств на рельсовом, колесном и гусеничном ходу, вес которых вместе с грузом составлял тонны и десятки тонн, возникла потребность в специализированном инженерном обеспечении ледовых переправ, которое объединяло знания гидрометеорологического режима водоемов и технические решения оборудования дорог на ледяном покрове.

В России в качестве примера инженерного обеспечения сложной ледовой переправы можно привести зимнюю железную дорогу по льду озера Байкал длиной 45 км, организованную еще в 1904 г. (Песчанский, 1963). Еще одним интересным примером грамотной организации ледовых перевозок является история движения трамваев в Санкт-Петербурге по льду реки Невы с 1895 по 1910 г. Но, несомненно, самым впечатляющим мероприятием в истории ледовых переправ была и останется ленинградская «Дорога жизни», в ходе эксплуатации которой за два зимних сезона 1941/42 и 1942/43 гг. по 85-километровой дороге, проложенной по льду Ладожского озера, было перевезено более 500 тыс. т грузов, не считая эвакуируемых из блокадного Ленинграда людей.

Во второй половине XX в. с развитием сети гидрометеорологических станций в Арктике и открытием научных станций в Антарктиде морской припайный лед часто использовался для выгрузки судов и доставки грузов на берег (Припай, 1977). Этот

опыт был учтен в 1970–1980-х гг. при разработке в Советском Союзе и в Российской Федерации целой серии нормативных документов и инструкций по выгрузке судов на припайный лед для морских судов, гидрографических и гидрометеорологических служб, экспедиций, подготовки ледовых дорог общего пользования. Эти документы, практически без изменений, широко используются и в настоящее время (Правила, 1983; РД 31.82.07-88; РД 31.89.01-89; РД 31.31.52-89; РД 31.81.10-91; ОДН 218.010-98).

### **ЯМАЛЬСКИЕ ГРУЗОВЫЕ ОПЕРАЦИИ**

Для освоения открытых в 1960–1970-х гг. на п-ове Ямал газовых месторождений (в их числе гигантское Бованенковское нефтегазоконденсатное месторождение, Харасавэйское газоконденсатное месторождение и др.) потребовалось организовать регулярную доставку строительных грузов и техники на полуостров, не имеющий железных и автомобильных дорог, где речная и прибрежная навигация из ближайшего речного порта Салехард, расположенного на р. Оби, ограничена 70–110 днями безледного сезона.

Существенно увеличить грузопоток на Ямал можно было с использованием морских судов по трассе Северного морского пути. Ледокольное обеспечение позволяло использовать трассу Архангельск/Мурманск — западное побережье полуострова Ямал практически круглогодично. Основным ограничением являлась организация выгрузки судов. В безледный период выгрузка осуществлялась на рейде с использованием барж. Однако из-за частых штормов, постоянного волнового наката у берега процесс выгрузки затягивался. Кроме того, эффективность летней выгрузки сильно снижалась по причине интенсивного замыва значительной части груза песком в местах складирования в приурезовой зоне, поскольку в летний период отвоз грузов в глубь полуострова значительно затруднен.

В ледовый сезон выгрузка могла производиться на припайный лед, который уже в феврале в стадии однолетнего льда средней толщины достигал изобат 10–20 м. Это позволяло ставить морские суда с осадкой 9–12 м в припай и использовать технику для транспортировки грузов по льду от судна до берега.

Проведение зимне-весенних навигаций с выгрузкой на участке ямальского побережья, расположенного между мысом Харасавэй и отмелью у мыса Бурунный, получивших наименование «ямальские операции», началось еще в марте–апреле 1976 г. с экспериментального рейса дизель-электрохода «Павел Пономарев» под проводкой атомного ледокола «Ленин». 11 апреля 1976 г. «Павел Пономарев» подошел к рекомендованной точке выгрузки и приступил к разгрузке через припай на берег. Впервые в истории освоения Северного морского пути арктическая навигация в юго-западной части Карского моря была открыта в такие ранние сроки. Первый же рейс показал преимущество зимней выгрузки перед летней рейдовой выгрузкой, ускорив обычные нормы рейдовой выгрузки судов более чем в три раза (Чилингаров, 1979).

С конца 1970-х до середины 1990-х гг. грузовые операции с выгрузкой на припайный лед в районе Харасавэя носили регулярный характер. На Ямал доставлялись строительные материалы, техника, оборудование, топливо. Обратно вывозились газовый конденсат, металлический лом. В период расцвета ямальских операций за одну зимнюю навигацию перевозилось до 100 тыс. т различных грузов.

Специализированное гидрометеорологическое обеспечение грузовых операций в то время выполняло Амдерминское управление гидрометслужбы с привлечением специалистов Арктического и антарктического научно-исследовательского института

(ААНИИ), который имел большой опыт ранних выгрузок на припай в различных арктических пунктах (Новая Земля, ЗФИ). Гидрометеорологическое обеспечение ямальских операций включало в себя определение оптимальных сроков их проведения, осуществление постоянных наблюдений за ледовыми условиями по маршруту плавания в юго-западной части Карского моря и за состоянием припая непосредственно в районе Харасавэя, составление долгосрочных и краткосрочных метеорологических и ледовых прогнозов, разработку рекомендаций по выбору мест выгрузки на лед (грузовых площадок) с учетом безопасных глубин и толщины льда, разработку рекомендаций по подготовке ледовых дорог, контроль состояния льда и ледовых дорог в период грузовых работ. Инженерную подготовку ледовых дорог на припае и транспортировку грузов по льду обеспечивала Карская нефтегазоразведочная экспедиция, располагавшая большой базой и техническим парком в поселке Харасавэй.

В середине 1990-х гг. по экономическим причинам ямальские операции с выгрузкой на припай практически прекратились.

### **СОВРЕМЕННЫЕ МОРСКИЕ ОПЕРАЦИИ С ВЫГРУЗКОЙ НА ПРИПАЙНЫЙ ЛЕД**

Возобновление зимних навигаций на западном побережье Ямала было связано с планами «Газпрома» по скорейшему освоению месторождений полуострова, и в первую очередь — Бованенковского. Эта задача вновь потребовала значительного увеличения грузоперевозок, что могло быть быстро достигнуто с возобновлением зимних навигаций с выгрузкой на припайный лед. Заказчиками новых ямальских грузовых операций выступили строительные организации — подрядчики Ямальского газопромышленного управления ООО «Газпром добыча Надым». Инициатором зимней морской выгрузки 2007 г. было ЗАО «Трест Ямалстройгаздобыча». В навигацию 2008 г. зимне-весеннюю доставку груза заказывали уже три компании: ООО «Стройгазконсалтинг», ЗАО «Трест Ямалстройгаздобыча» и ООО «Севергазмонтаж».

Доставка генеральных грузов осуществлялась судами Северного морского пароходства, топлива — танкерами Мурманского морского пароходства. Ледовую проводку выполняли атомные ледоколы «50 лет Победы», «Вайгач» и «Таймыр». Постановку судов в припай для выгрузки обеспечивали мелкосидящие атомные ледоколы «Вайгач» (2007 г.), «Таймыр» (2009 г.) и дизель-электрический ледокол «Капитан Николаев» (2008 г.).

Специализированное гидрометеорологическое обеспечение зимне-весенних грузовых операций производилось специалистами ААНИИ. Инженерную подготовку ледовых дорог и грузовых площадок осуществляли подразделения береговой механизации компаний-грузополучателей.

В апреле–мае 2007 г. через ледовый припай в районе Харасавэя было разгружено 4 сухогруза дедвейтом 6 800 т и танкер «Варзуга» дедвейтом 15 748 т. В апреле–мае 2008 г. разгружено 5 сухогрузов и 2 танкера (рис. 1, рис. 2 цвет. вклейки). В марте–мае 2009 г. было разгружено 2 сухогруза и 3 танкера. После 2009 г. зимне-весенние выгрузки на Харасавэе прекратились и основной объем грузоперевозок для Бованенковского месторождения был перенесен на открывшуюся в 2010 г. железную дорогу Обская – Бованенково.

Начиная с 2010 г. на полуострове Ямал активизировалась деятельность ОАО «Новатэк» по строительству завода по сжижению природного газа, ориентированного, в первую очередь, на Южно-Тамбейское газоконденсатное месторождение. В качестве места строительства завода СПГ была выбрана Сабетта — вахтовый поселок в северной части Обской губы. В результате деятельность научно-оперативной группы



Рис. 1. Выгрузка судна на припай в районе Харасавэя, 2008 г.

ААНИИ по обеспечению зимних навигаций была перенесена с западного побережья Ямала на северо-восточное — в Обскую губу. Заказчиком зимне-весенних навигаций выступила дочерняя компания «Новатэка» ОАО «Ямал СПГ», которой принадлежит лицензия на Южно-Тамбейское месторождение. В апреле 2011 г. на припай в районе Сабетты был разгружен сухогруз «Капитан Данилкин» типа СА-15 Супер Мурманского морского пароходства. Весной 2012 г. «Капитан Данилкин» снова доставил груз в Сабетту, однако грузовая площадка была перенесена на 30 км южнее в район мыса Поруй в связи с аномально мягкой зимой и отсутствием в районе Сабетты достаточно толстого льда на безопасных для подхода судна глубинах.

Интенсивность зимней навигации с доставкой грузов в Сабетту значительно выросла в 2013 г. На ледовой площадке, подготовленной ОАО «Ямал СПГ» при участии специалистов ААНИИ, в период с 26 марта по 29 апреля были приняты и разгружены 3 сухогруза. Отдельную ледовую площадку в районе строящегося порта подготовило собственными силами ОАО «МРТС». На этой площадке было разгружено еще одно судно.

По мере строительства морского порта и ввода в строй части причалов морская доставка грузов в Сабетту с 2013 г. идет непрерывно. В зимних условиях суда швартуются к причальным стенкам при помощи мелкосидящего атомного ледокола. Разгрузка осуществляется кранами на гусеничном ходу, работающими с причала. Это позволяет разгружать суда, не оборудованные собственными грузоподъемными механизмами, что, в свою очередь, увеличивает суммарный дедейт флота, используемого для доставки грузов в Сабетту.

По ряду причин начало круглогодичной причальной обработки грузов не отменило выгрузки на припай в районе Сабетты. Продолжение строительных работ в порту и непосредственно на причалах вынужденно тормозит разгрузку. В связи с этим в апреле–мае 2014 г. припайные операции продолжались, их планируется проводить и в дальнейшем.

Большие перспективы применения выгрузок на припайный лед намечаются для задач освоения арктических территорий в интересах Министерства обороны РФ. Объекты, расположенные на всем протяжении от Баренцева до Чукотского моря, должны быть введены в строй в кратчайшие сроки. В рамках этих задач в начале июня 2014 г. был разгружен на припай о. Котельный Новосибирских островов судно-снабженец «Иван Папанин». В 2015 г. география выгрузок на припай для оборонных целей обещает существенно расширяться.

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ПРИПАЙНОМ ЛЬДУ

Успешность грузовых операций с выгрузкой судов на припайный лед во многом зависит от качественного гидрометеорологического обеспечения. Если большая часть задач, связанных с подготовкой и проведением зимне-весенних навигаций, решается и просчитывается силами логистических отделов компаний-заказчиков работ с привлечением транспортных и строительных компаний, то специализированное гидрометеорологическое обеспечение навигаций осуществляется ледовыми специалистами из организаций гидрометеорологического профиля. В основных чертах это обеспечение как в ходе ямальских операций 1970–1990 гг., так и в последние годы практически не изменялось. Небольшие различия связаны с возросшими возможностями спутникового мониторинга и усовершенствованием методов полевых наблюдений за характеристиками льда. Приведем основные задачи специализированного обеспечения в том виде, в каком они реализуются в настоящее время.

*Мониторинг ледовых условий* в районе выгрузки начинается в период устойчивого появления льда и включает в себя сбор и анализ спутниковых снимков низкого разрешения, метеорологической информации с ближайших к интересующему району полярных станций.

*Составление долгосрочного прогноза развития ледовых процессов* в районе выгрузки производится на основе существующей информации по ледовому режиму района и данным текущего мониторинга. Долгосрочный прогноз используется при предварительном планировании навигации, определении ее оптимальных сроков. Как правило, предварительный прогноз составляется в декабре–январе. В последующие месяцы по необходимости выпускаются уточненные прогнозы.

*Заказ, получение и дешифрирование спутниковых снимков высокого разрешения* по району выгрузки производится непосредственно перед выездом научно-оперативной группы в район работ. Обычно заказываются радиолокационные снимки, не зависящие от облачности над акваторией. По снимкам высокого разрешения и навигационным картам определяются глубины моря, до которых распространяется припай, выделяются районы, наиболее перспективные для поиска ровных грузовых площадок для постановки судов под выгрузку. На основании снимков высокого разрешения дается предварительное заключение о достаточном развитии припая для подготовки транспортно-грузовой операции.

*Ледовая разведка* выполняется силами научно-оперативной группы сразу после прибытия ее в район выгрузки. В зависимости от сложности ледовой обстановки разведка выполняется с использованием вертолета либо в ходе рекогносцировочного объезда припая на снегоходах. В ходе разведки картируется ледовая обстановка, выбираются участки льда, пригодные для организации грузовых площадок для выгрузки судов, предварительно намечаются маршруты транспортировки грузов по льду на берег. Для грузовых площадок выбираются большие участки ровного льда на глубинах, достаточных для подхода груженого судна (обычно 10–12 м), с толщиной льда, обеспечивающей требуемую грузоподъемность. Горизонтальные размеры площадки должны быть достаточны для захода в нее судна на всю длину корпуса и маневров грузовых транспортных средств у борта судна. Количество грузовых площадок зависит от того, сколько судов планируется разгружать, в том числе одновременно. По результатам ледовой разведки дается заключение о принципиальной возможности выгрузки судов на припайный лед.

*Выбор и промер маршрутов транспортировки грузов по льду.* После определения грузовых площадок намечаются маршруты будущих ледовых дорог. При прокладке маршрутов научно-оперативная группа руководствуется требованием обеспечить минимальную протяженность движения по льду, но при этом старается обходить участки с большой высотой торосов, выбирает наиболее безопасные проходы через ледовые барьеры, гряды торосов, переезды через приливные трещины. Выполняется ледемерная съемка всех маршрутов с определением толщины льда, высоты снега и глубины моря с дискретностью не реже 100 м. Количество маршрутов зависит от возможностей береговой механизации по расчистке ледовых дорог. Например, при ширине расчищенной от снега и торосов дороги не менее 100 м достаточно одной ледовой дороги. При ширине 20–30 м расчищаются отдельные дороги для движения от берега к судну и обратно. При ширине 8–10 м обычно прокладывают не менее трех маршрутов: один от берега к судну для техники без груза и два маршрута от судна к берегу для груженой техники. В ходе эксплуатации дороги для груженой техники используются поочередно (например, через сутки) для того, чтобы дать льду «отдохнуть» после тяжелой и продолжительной нагрузки. Промеренные маршруты маркируются флажками, особо выделяются опасные участки (трещины, участки с пониженной толщиной льда и т.п.). По результатам промеров научно-оперативная группа готовит рекомендации и инструкции для береговой механизации по инженерной подготовке и оборудованию ледовых дорог и грузовых площадок. Ледовые дороги расчищаются бульдозерами и затем выравниваются грейдерами. Опасные трещины перекрываются металлическими или деревянными мостами-настилами. В течение всего времени эксплуатации дороги поддерживаются в расчищенном состоянии при помощи шнекоротора. От качества подготовки ледовых дорог во многом зависят скорость выгрузки и безопасность транспортировки грузов.

*Определение грузоподъемности ледяного покрова.* Грузоподъемность ледяного покрова определяется в соответствии с (Правила..., 1983) по данным измерений толщины, солёности льда, температуры воздуха. В целях дополнительного контроля состояния льда выполняется визуальная оценка его строения (текстура льда), измерение температуры, плотности и прочности льда при изгибе. Рассчитываются предельная и рекомендуемая (с запасом прочности) грузоподъемности льда, время безопасной стоянки на льду, безопасная скорость и интервал движения. Для повышения грузоподъемности льда обычно использовался метод естественного намораживания льда снизу, когда после заблаговременной расчистки ледовых дорог от снега в течение 0,5–1 месяца до прихода судов происходило ускоренное нарастание толщины бесснежного льда.

*Обеспечение краткосрочными метеорологическими прогнозами.* Постоянная работа людей и техники на льду требует постоянного обеспечения метеопрогнозами. Для повышения качества и оправдываемости прогнозов силами научно-оперативной группы выполняется комплекс стандартных метеонаблюдений. Ежедневно метеосводки отправляются специалистам-синоптикам в ААНИИ, откуда поступает прогноз на трое суток.

*Консультации капитанов ледоколов и грузовых судов по постановке в припай.* При подходе каравана научно-оперативная группа устанавливает связь с судами и консультирует капитанов ледокола и сухогрузов по подходу к грузовой площадке и по всем процедурам постановки судов под разгрузку, осуществляет помощь в заведении ледовых якорей. Для более удобной ориентировки капитанов на льду из техники и

подручных средств сооружаются временные створные знаки. В ночное время в качестве створных огней используются фары снегоходов. Перед началом грузовых работ капитану грузового судна и представителю грузополучателя передается комплект документов, предусмотренный правилами техники безопасности при проведении грузовых операций на припае (карта ледовой обстановки, схема дорог, результаты промеров, расчеты грузоподъемности льда, график движения техники по льду).

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗИМНЕ-ВЕСЕННИХ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ**

Зимне-весенние навигации с выгрузкой на припай большого количества грузов требуют координации самых различных организаций и служб, точного соблюдения графиков работ. Эффективность навигации зависит от своевременной поставки грузов в порты отгрузки, своевременного фрахта судов, ледакольного обеспечения, заблаговременной и качественной подготовки грузовых площадок и ледовых дорог. Логистические работы начинаются заранее, когда формирование припая находится на ранних стадиях и невозможно быть полностью уверенным в том, что ледовые условия позволят осуществить выгрузку на лед. В этих условиях грамотно организованное специализированное гидрометеорологическое обеспечение позволяет снизить риски и более эффективно планировать все этапы навигации.

Можно привести пример 2009 г., когда припай в районе Харасавзя в феврале был неожиданно оторван штормовым ветром перед самым выездом научно-оперативной группы в район работ. Тем не менее выгрузка состоялась на обнаруженный в 10 км южнее небольшой участок припайного льда, удержавшийся во время шторма благодаря большому количеству стамух. Другой пример был в 2012 г., когда в районе Сабетты в ходе аномально мягкой зимы так и не сложились ледовые условия, позволяющие разгружать суда на припай. После анализа спутниковых снимков и нескольких ледовых разведок был найден подходящий для выгрузки участок припая в 30 км южнее поселка, и выгрузка, хотя и со значительными трудностями, состоялась.

При нормальных ледовых условиях и правильно организованной заблаговременной подготовке грузовой операции скорость разгрузки судов на необорудованный берег через припай составляет 1000 т/сут, что сопоставимо со скоростью портовых погрузо-разгрузочных работ. В условиях малых глубин как на западном, так и на восточном побережье Ямала плечо транспортировки грузов по льду имеет длину 3–6 км. Указанная скорость выгрузки достигалась при круглосуточной организации работ и одновременной работе не менее двух судовых кранов (стрел). Для этого желательно, чтобы судно смогло заколоться в припай с возможностью одновременной разгрузки на два борта.

Важным фактором, влияющим на скорость и безопасность грузовых операций, является наличие опытных специалистов береговой механизации, имеющих опыт работы на льду, достаточного количества спецтехники (средних и легких бульдозеров, грейдеров, шнекороторных машин, автокранов, грузовых автомобилей).

### **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОРСКИХ ОПЕРАЦИЙ С ВЫГРУЗКОЙ НА ПРИПАЙ**

Развитие современных технологий закономерно повышает качество специализированного обеспечения морских ледовых операций. Спутниковые снимки с высоким разрешением упрощают планирование маршрутов облетов с ледовой авиаразведкой, а в некоторых случаях позволяют полностью отказаться от использования авиации,

что снижает затраты на проведение данных работ. Повышается качество метеорологических и ледовых прогнозов.

В то же время инженерное обеспечение работ на льду практически осталось на уровне 70–90-х годов прошлого века, а в использовании специальных технических средств наблюдается определенная деградация. Основная работа по расчистке льда выполняется тяжелой техникой, предназначенной для дорожных работ на суше: бульдозерами, фронтальными погрузчиками, грейдерами. Большая удача, если в пункте выгрузки оказывается шнекоротор. Использование сухопутной дорожной техники на льду природных водоемов и особенно на морском льду требует от машинистов особых навыков, которые приобретаются только на практике. Эта техника не оборудована для безопасной работы на льду (имеет большой вес, отрицательную плавучесть и т.п.). Бульдозерная расчистка сопровождается созданием по краям ледовых дорог отвалов из снега и ледяных обломков, которые вызывают дополнительные деформации льда и образование трещин. Специальные машины, разработанные для ледовых работ еще в советское время (Богородский и др., 1983), можно встретить только на иллюстрациях публикаций тех лет.

Методики расчета грузоподъемности льда остаются на уровне расцвета ледотехники времен СССР. На том же уровне остались нормативные документы, регламентирующие грузовые и транспортные операции на льду. Развитие в данном направлении происходит исключительно за счет накопления личного опыта специалистами, участвующими в работах на льду. В частности, в руководящих документах отсутствуют указания на ограничения нагрузки на лед в районе приливных трещин в период сизигии и ветровых нагонов, отсутствуют критерии для оценки степени снижения грузоподъемности ледяного покрова при интенсивных циклических нагрузках, не рассматривается применение технологий искусственного ослабления льда, облегчающих заход судов и уменьшающих разрушение льда непосредственно у борта (пропилы во льду под корпус судна). Все эти и многие другие вопросы требуют изучения, развития и внедрения в практику для повышения безопасности и эффективности использования ледяного покрова в задачах логистики в стране, которая имеет самое протяженное арктическое побережье.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Богородский В.В., Гаврило В.П., Недошивин О.А.* Разрушение льда. Методы, технические средства. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 120 с.

Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации ледовых переправ: ОДН 218.010-98. М.: Федер. дорож. служба России, 1998. 40 с.

*Песчанский И.С.* Ледоведение и ледотехника. Л.: Гидрометеоздат. 1967. 462 с.

Правила безопасности труда при производстве гидрографических, лоцмейстерских и других работ в Арктике: РД 31.89.01-89. М-во морского флота СССР. М.: Мортехинформреклама, 1991. 147 с.

Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета. Л.: Гидрометеоздат, 1983. 316 с.

Правила техники безопасности на судах морского флота: РД 31.81.10-91. Минтранс РФ. М.: Мортехинформреклама, 1992. 184 с.

Припай Восточной Антарктиды / Под. ред. В.В. Панова, В.И. Федотова. Л.: Гидрометеоздат, 1977. Тр. САЭ. Т. 63. 129 с.

Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации ледяных причальных сооружений: РД 31.31.52-89. М-во морского флота СССР. Л.: 1989. 128 с.

Типовая инструкция по безопасности технологических схем погрузочно-разгрузочных работ на необорудованном берегу и во льдах берегового припая: РД 31.82.07-88. М-во морского флота СССР. М.: Мортехинформреклама, 1988. 36 с.

*Чилингаров А.Н.* Научно-оперативное гидрометеорологическое обеспечение зимне-весенних плаваний к п-ву Ямал. М.: Гидрометеоздат, 1979. 12 с. (ВДНХ СССР. Павильон «Гидромет-служба СССР»)

*N.V. KUBYSHKIN, YU.P. GUDOSHNIKOV*

## **ACTUALIZATION OF THE TECHNOLOGIES OF CARGO TRANSSHIPMENT ACROSS FAST ICE**

The modern approach to engineer support of fast ice unloading security and transportation of cargo is considered in the article. The experience of similar operations in Russian Arctic and use of modern technologies for their enlargement is also considered.

*Keywords:* ice cover, physical and mechanical properties, cargo operations, security, arctic seas.

*К статье Н.В. Кубышкина, Ю.П. Гудошникова*



Рис. 2. Разгрузка на припай т/х «Иван Папанин», о. Котельный, 2014 г.