

Научная статья

УДК 551.467

DOI: 10.24412/2658-4255-2022-2-72-85

Для цитирования:

Е.А. Гришин, Е.А. Павлова, Т.А. Алексеева, Е.У. Миронов
Современные особенности ледовых условий на пути плавания в Татарском проливе Японского моря // Российская Арктика. 2022. № 17. С. 72–85

Получена: 18.07.2022

Принята: 25.07.2022

Опубликована: 28.07.2022



СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ НА ПУТИ ПЛАВАНИЯ В ТАТАРСКОМ ПРОЛИВЕ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Е.А. Гришин¹, Е.А. Павлова¹, Т.А. Алексеева^{1,2*}, Е.У. Миронов¹

¹ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия

² Институт космических исследований РАН, Москва, Россия

* taa@aari.ru

Аннотация. В 2004–2005 гг. в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (АНИИ) была разработана специализированная система гидрометеорологического обеспечения для безопасного и эффективного проведения морских операций. На основе этой системы с 2006 г. АНИИ осуществляет ледовое обслуживание плавания челночных танкеров в Татарском проливе в ледовый сезон с декабря по март.

В данной статье на основе ледовых карт АНИИ рассматриваются особенности ледового режима в Татарском проливе, а на основе опыта ледового плавания выделено два основных маршрута: западный, вдоль материкового побережья, и восточный, вдоль острова Сахалин. По уникальным данным специальных судовых ледовых наблюдений проанализированы характеристики ледяного покрова, формирующиеся во время ледового периода в Татарском проливе, и обуславливающие выбор западного или восточного маршрута плавания.

Ключевые слова: Татарский пролив, условия плавания, ледовые условия, гидрометеорологическое обслуживание, современные ледовые условия

MODERN PECULARITIES OF ICE CONDITIONS ALONG THE NAVIGATIONAL ROUTES IN THE TATAR STRAIT OF THE SEA OF JAPAN

Е.А. Grishin¹, Е.А. Pavlova¹, Т.А. Alekseeva^{1,2*}, Ye.U. Mironov¹

¹ State Research Center of Russian Federation Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia

² Space Research Institute RAS, Moscow, Russia

* taa@aari.ru

Abstract. In 2004–2005, the Arctic and Antarctic Research Institute (AARI) developed a specialized hydrometeorological support system to ensure safe and efficient support of maritime operations. Based on this system, since 2006, AARI has been providing ice service for shuttle tankers in the Tatar Strait from December to March.

On the basis of the AARI sea ice charts, the peculiarities of sea ice regime in the Tatar Strait are considered, and on the basis of ice navigation experience, two main navigational routes were determined: western along the continental coast and eastern along the Sakhalin Island. The unique special ship observations allowed to analyze sea ice characteristics, formed during the ice period in the Tatar Strait and defined choice of western or eastern route for navigation.

точного маршрута плавания.

Keywords: Tatar Strait, navigation conditions, ice conditions, hydrometeorological service, modern ice conditions

Введение

В последние 16 лет изучение особенностей ледовой навигации в Татарском проливе особенно актуально. Добыча нефти на Дальнем Востоке началась еще в первой половине XX века с вводом в разработку месторождений континентальной части Сахалинской области – Центральная Оха (1923 г.), Катангли (1929 г.), Эхаби (1937 г.), Восточное Эхаби (1946 г.). Сырьевая база этих месторождений истощена, однако рост добычи нефти в этом районе связан с вводом в промышленную эксплуатацию в 2004 – 2005 гг. проекта «Сахалин-1» (включающий разработку месторождений «Чайво», «Одопту» и «Аркутун-Даги») на шельфе о. Сахалин. В 2009 г. был осуществлен выход на круглогодичную добычу нефти по проекту «Сахалин-2» (включающий разработку Пильтун-Астохского (нефтяного) и Лунского (газового) месторождений) [1]. В 2006 г. свою работу начал стационарный морской ледостойкий отгрузочный терминал (СМЛОТ) беспричальной отгрузки нефти в Де-Кастри, который расположен в заливе Чихачева в Ульчском районе Хабаровского края. Нефть поступает на терминал непрерывно с берегового комплекса месторождения Чайво по нефтепроводу протяженностью 226 км¹ (Рис. 1) Погрузка нефти на танкеры осуществляется при помощи одноточечного причала «Сокол», который возвышается на 61 метр над уровнем моря, и был разработан специально для терминала Де-Кастри, с учетом местных сложных климатических условий² [2].

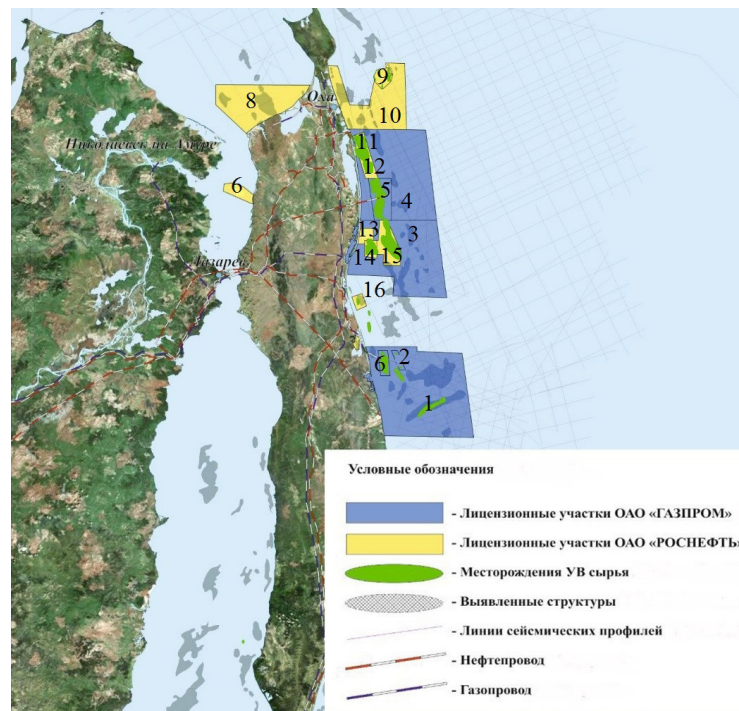


Рис. 1. Карта месторождений и лицензионных участков в районе острова Сахалин³. Названия участков: ОАО-«Газпром»: 1 – Киринский, 2 – Киринское месторождение, 3 – Аяшский, 4 – Восточно-Одоптинский, 5 – Пильтун-Астохский, 6 – Лунский; ОАО «Роснефть»: 6 – Амур-Лиманский, 7 – Восточно-Прибрежный, 8 – Астрахановское море – Некрасовский, 9 – Месторождений Кайганско-Васюканское-Море, 10 – Дерюгинский, 11 – Одопту-Море, Северный купол, 12 – Одопту-Море, 13 – Северная оконечность месторождения Чайво, 14 – Чайво, 15 – Аркутун-Даги, 16 – Северо-Венинское ГКМ

1 <https://neftegaz.ru/news/transport-and-storage/202999-c-terminala-de-kastriotgruzhenia-100-millionnaya-tonna-nefti/>

2 https://todaykhv.ru/news/in-areas-of-the-province/94/?sphrase_id=19254

3 Вырезка из карты Охотского моря с сайта Научно-аналитического центра «Гео-Недра» <https://geonedra.ru/2015/sakhalin-oil-gas-map/>

Плавание танкеров в Татарском проливе и проведение операций в районе морского терминала в Де-Кастри в течение 4 – 6 месяцев осуществляется при наличии ледяного покрова, имеющего существенную пространственную и временную изменчивость [3]. Анализ исторических данных показывает существенную межгодовую изменчивость площади льдов [4-6]. В суровые зимы протяженность трассы в ледовых условиях может достигать 200-220 миль. В 2004-2005 гг. в Арктическом и антарктическом научно-исследовательском институте (ААНИИ) была разработана специализированная система гидрометеорологического обеспечения для безопасного и эффективного проведения морских операций [7-9]. С ледовой навигации 2006/2007 гг. ААНИИ начал осуществлять ледовое обслуживание плавания челночных танкеров в Татарском проливе [10]. Начиная с середины декабря ледяной покров начинает препятствовать судоходству, и с этого момента начинается прогностическое обеспечение. Обычно оно длится до последних чисел марта или первых чисел апреля, когда влияние ледяного покрова на судоходство снова становится несущественным. В течение зимне-весеннего периода преобладающий ветер северных направлений обуславливает постоянный дрейф льда в южном и юго-восточном направлениях, а в юго-восточной части пролива лед активно разрушается под действием теплого Цусимского течения [11, 3].

С января по март производится проводка танкеров ледоколами в северной части Татарского пролива от нефтеналивного порта к транспортным узлам и обратно. В зависимости от ледовых условий маршруты движения судов могут существенно отличаться. В южной части Татарского пролива ледовые условия позволяют судам двигаться без сопровождения ледокола, при пересечении кромки ледяного покрова грузовые суда продолжают далее движение на юг самостоятельно.

В данной работе обобщаются современные ледовые условия в Татарском проливе на основе ледовых карт ААНИИ и подробно рассматриваются ледовые условия плавания судов в период 2016-2021 гг. на основе уникальных данных специальных судовых ледовых наблюдений.

Данные и методы

Ледовые карты ААНИИ. Для анализа ледовой обстановки в Татарском проливе использовались ежедневные детализированные карты ледяного покрова. Детализированные карты составляются экспертами ААНИИ по одному спутниковому изображению, либо по нескольким изображениям, полученным в пределах 3-часового промежутка времени. Методика составления ледовых карт ААНИИ подробно описана в работе [12].

Специальные судовые ледовые наблюдения. В результате ежегодных проводок судов в период с 2016 по 2021 гг. была получена информация о состоянии ледяного покрова в Татарском проливе, дополняющая и уточняющая спутниковые данные и построенные по ним ледовые карты. Массив судовых данных включает информацию о сплоченности, возрасте, толщине льда, размерах ледяных полей, заснеженности, а также о деформационных характеристиках ледяного покрова — торосистости, наслоенности, сжатиях, и характере формирования льда большой толщины. Ледовые наблюдения выполняются ледовым наблюдателем, находящимся на ходовом мостике судна, непрерывно путем выделения однородных ледовых зон согласно методике специальных судовых ледовых наблюдений ААНИИ [13, 14].

Все натурные ледовые наблюдения и особенности ледяного покрова были получены специалистами ААНИИ во время специальных судовых наблюдений с бортов ледоколов при проводке танкеров от нефтяного терминала из порта Де-Кастри до южной кромки ледяного покрова Татарского пролива и обратно.

Результаты

Особенности ледового режима в Татарском проливе. Ледовые условия Татарского пролива определяются географическим положением, значительными отрицательными значениями температуры воздуха с ноября по март, динамическими атмосферными процессами и действием холодных и тёплых течений [4,15].

Преобладающие в холодное время года ветры северных и северо-восточных направлений способствуют формированию зоны разреженного льда или чистой воды в северо-восточной части Татарского пролива. В южной части пролива ледяной покров сдерживается течениями, кромка льда вытягивается вдоль материкового побережья узкой полосой. В результате, в центральной части Татарского пролива формируются зоны наибольшей сплочённости и торосистости.

Ледообразование в Татарском проливе начинается с северной части, от пролива Невельского, при устойчивом переходе температуры воздуха к отрицательным значениям. В среднем, за последние 5 лет процесс устойчивого ледообразования начинался в третью декаду ноября. Однако вследствие динамичности района данная характеристика достаточно изменчива и сроки начала ледообразования в отдельные годы варьировались от 1 декады ноября (например – 2016, 2017 гг.) до 2 декады декабря (например – 2021 гг.).

Для расчёта ледовитости были взяты официальные границы Татарского пролива, из Лоции Татарского пролива [16]. Южная граница проходит через мыс Тык, северная — через мыс Белкина, огибая о. Рисири с юга.

В среднем через месяц после начала ледообразования ледовитость достигает 30–40 %, на акватории начинает появляться однолетний тонкий лёд — толщина отдельных участков льда достигает толщины 30 см.

Период максимальной ледовитости на акватории приходится на февраль. В среднем с 1960 г. в феврале ледовитость Татарского пролива составляет 44%, превышая в отдельные годы 70% (2001 г.). Около 10 % льда на акватории в феврале составляет однолетний тонкий лёд [4].

В марте количество льда на акватории начинает быстро сокращаться. В конце зимней навигации происходит взлом припая в северной части пролива, обломки которого начинают медленно дрейфовать к южной кромке. В это время ледяной покров в наибольшей степени подвергается деформации, в результате которой происходит наслоение и торшение льдов. В среднем, в апреле происходит полное очищение акватории ото льда.

Как показывают наши наблюдения, а также ряд других исследований [17], с 2016 по 2021 гг. значения ледовитости во все месяцы ледового сезона в районе оставались близкими к средним многолетним значениям, рассчитанным за весь ряд имеющихся наблюдений, начиная с 1960 г. (Рис. 2).

Наравне с ледовитостью, важной характеристикой ледового режима Татарского пролива является изменчивость количества однолетнего тонкого льда, как наиболее толстого льда, в значительном количестве встречающегося в данном районе (Рис. 3).

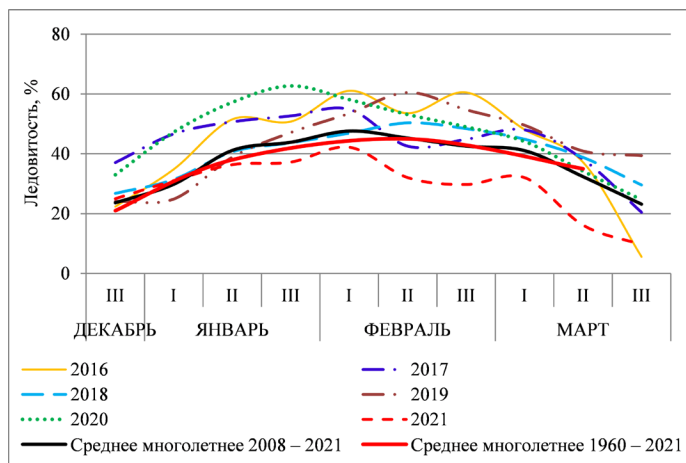


Рис. 2. Сезонные изменения ледовитости Татарского пролива с 2016 по 2021 гг.

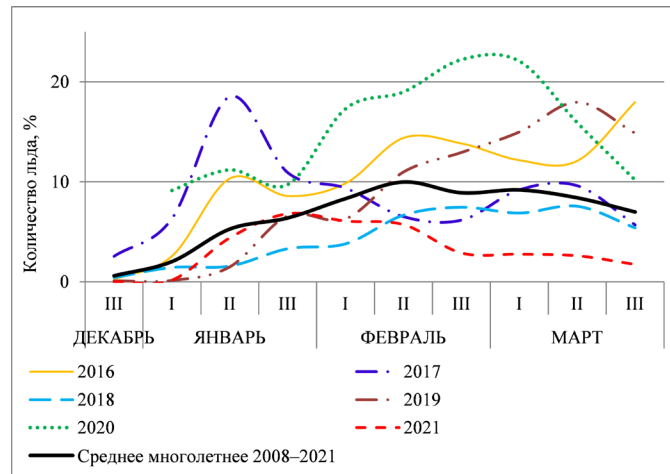


Рис. 3. Сезонные изменения однолетнего тонкого льда в Татарском проливе с 2016 по 2021 гг.

Количество однолетнего тонкого льда в Татарском проливе - достаточно изменчивая характеристика от года к году, это видно на рисунке 3. Максимальное количество однолетнего тонкого льда в среднем за последние годы приходилось на февраль. Однако метеорологические условия могут сильно влиять на эту характеристику. Сильный штормовой ветер разрушает целостность ледяного покрова и приводит к резкому уменьшению ледовитости и изменению количества льда различной толщины. Количество однолетнего льда средней толщины обычно не превышает 1% от всего льда на акватории и часто связано с образованием сморозей старых наслоений.

Ледовые условия плавания. Татарский пролив характеризуется многообразием ледовых условий плавания, которые могут сильно отличаться из года в год по своим характеристикам. Это сказывается на характере движения судов и караванов в зимнюю навигацию в этой акватории. Однако за период специальных судовых наблюдений были выделены некоторые закономерности ледовых условий плавания, встречающиеся практически каждую навигацию.

Можно выделить два основных варианта плавания из северной части пролива к южной кромке. Первый (западный вариант) это маршрут вдоль хабаровского берега, мимо сильно выдающегося в море мыса Сюркум и до акватории порта Ванино (Рис. 4). Второй (восточный вариант) через центр северной части пролива к острову Сахалин и далее вдоль острова до южной кромки ледяного покрова (Рис. 5). Ледовая обстановка на пути движения в каждом из этих вариантов различается и имеет свои особенности и нюансы. Очень редко встречается вариант движения судов по центральной части пролива с севера на юг. Обычно это происходит во время навигаций с тяжёлыми ледовыми условиями, когда выбирать из двух обычных вариантов бессмысленно и проводка осуществляется самым коротким маршрутом к кромке. Далее в общих чертах будут рассмотрены характерные особенности ледовых условий по двум основным маршрутам западному и восточному, по которым было получено значительное количество данных специальных судовых наблюдений во время рейсов в 2016-2021 гг. В силу недостатка натурных данных, особенности плавания по центральному маршруту в данной статье не рассматриваются.

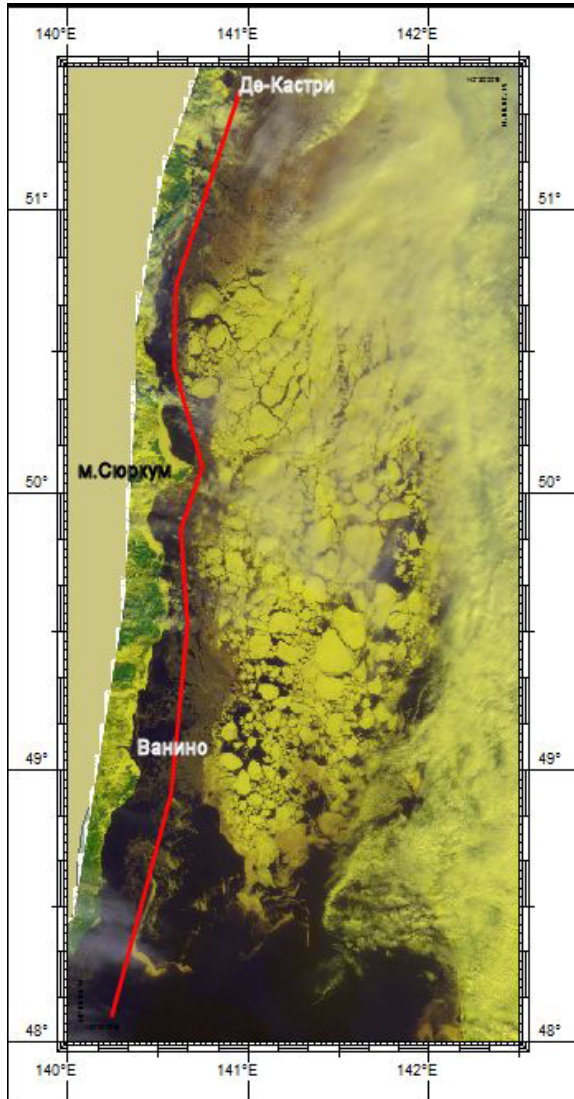


Рис. 4. Пример западного варианта плавания судов в Татарском проливе. Маршрут нанесен на спутниковый снимок в видимом диапазоне Terra MODIS от 13 марта 2018 г.

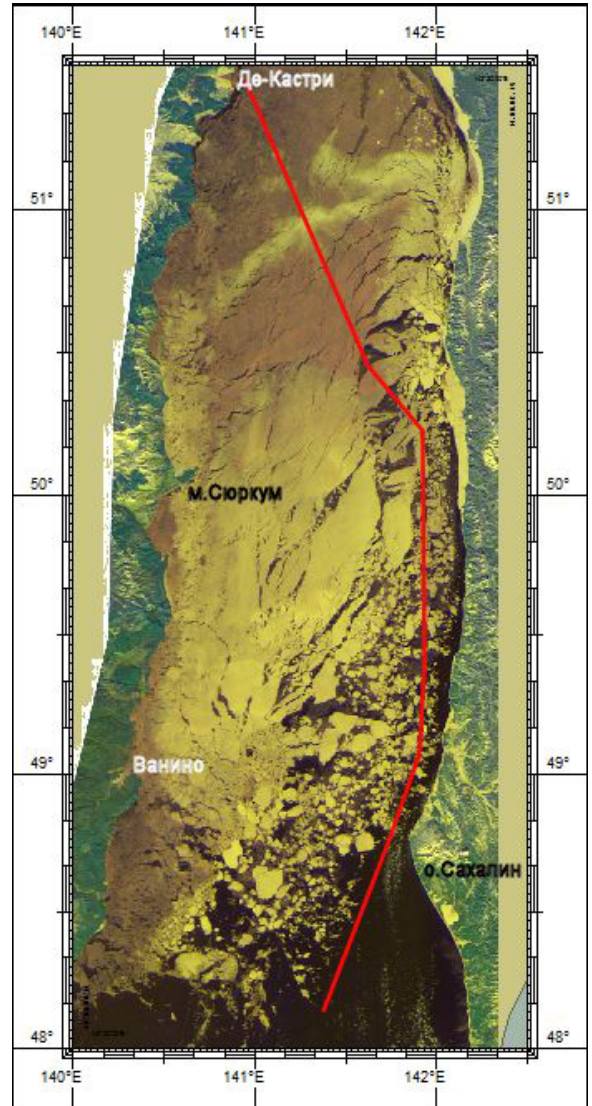


Рис. 5. Пример восточного варианта плавания судов в Татарском проливе. Маршрут нанесен на спутниковый снимок в видимом диапазоне Terra MODIS от 29 января 2019 г.

На западном маршруте, который по статистике наиболее часто используется в январе и феврале (Табл. 1), самые лёгкие условия для движения судов формируются на отрезке от порта Де-Кастри до мыса Сюркум. На этом участке благоприятный ветер, как правило, западных направлений, способствует сдвигу массива сморозей молодых льдов на восток, при этом образуя прогалину с открытой водой, либо покрытую ниласовыми льдами и серым льдом в зависимости от срока ее существования.

Таблица 1

Вероятность использования различных вариантов плавания в Татарском проливе (в %) в период 2016–2021 гг. по маршруту п. Де-Кастри – южная кромка ледяного покрова

Маршрут плавания	Январь	Февраль	Март
Западный	54	50	23
Центральный	2	9	16
Восточный	44	41	61

Южнее находится один из самых сложных участков плавания в Татарском проливе — это акватория вокруг мыса Сюркум. Этот мыс очень сильно влияет на формирование ледяного покрова не только в районе непосредственно вокруг мыса, но также к югу и к юго-западу от него. Как правило обстановка в этом районе и уровень её сложности обуславливает выбор между западным и восточным вариантами движения караванов. Здесь находится район формирования основного ледяного массива в Татарском проливе. И здесь же часто располагаются обширные зоны торшения и сжатия.

Сформировавшиеся в районе мыса Сюркум сильно деформированные ледяные поля, обычно уже однолетнего возраста, и серо-белый лёд в последних стадиях намерзания, оказывают в итоге большое влияние на работу судоходного порта Ванино. Условия на маршруте южнее мыса Сюркум и до кромки льда могут складываться по-разному. При благоприятных метеорологических условиях вдоль берега может образовываться прибрежная прогалина, по которой можно беспрепятственно пройти до порта Ванино. Если прогалина отсутствует, то каравану приходится преодолевать поля сморозей молодого льда и местами деформированные поля однолетнего льда (Рис. 6). Обычно ледовая обстановка для судоходства в районе порта Ванино крайне тяжёлая, особенно в феврале и в первые декады марта. Судоходство в этом районе в это время находится под обеспечением линейных ледоколов. Как правило, основная масса сильно деформированного ледяного массива, сформировавшегося в северной и центральной частях пролива, дрейфует на юг и в дальнейшем разрушается, растягиваясь вдоль материка под влиянием течения.



Рис. 6. Остановка танкера «Виктор Коневский» в деформированном однолетнем льду в районе порта Ванино, начало второй декады января 2020 года

Когда под воздействием северных и восточных ветров ледяной массив Татарского пролива прижимает к материковому берегу, открывается *восточный* маршрут вдоль острова Сахалин. Этот путь по статистике является самым распространённым вариантом проводок танкеров из порта Де-Кастри в марте (Табл. 1). Как правило, первая часть маршрута выполняется на юго-восток к Сахалину через центральную часть северного района Татарского пролива. В северной части пролива происходит активное ледообразование во время всей зимней навигации. Здесь формируются обширные поля молодого льда. Под воздействием сильного постоянного ветра (преимущественно западных и северных направлений) происходит деформация этих полей. При возникающем волнении происходит механическое разрушение и «спрессовывание» ниласа и серого льда, и, одновременно, при низкой температуре воздуха быстро появляются обширные ледяные поля и полосы сморозей. В этих районах во время наблюдений фиксируются большое многообразие форм и сморозей из начальных видов льда, ниласа, молодого льда, в виде многочисленных наслоений, сморозей блинчатого, тёртого льда и ледяной каши. На этом участке ближе к о. Сахалин часто отмечаются сжатия до 1-2 баллов. В северной части пролива важной характеристикой для судоходства является наслоенность ледяного покрова. Уже при появлении тёмного ниласа начинается его наслоение. Ровные поля серого льда и ниласа здесь долго не сохраняются. Наслоенность может достигать на отдельных участках 9-10 баллов (Рис. 7). Средняя же наслоенность отмечается от 3 до 5 баллов. Лёд в этих местах может наслаиваться в несколько слоёв и быстро смерзаться. В сморозях при выворотах льда фиксировалось до 5 таких слоёв. Далее такой лёд в более южных широтах пролива быстро переходит в градацию однолетнего льда и участвует в формировании основного ледяного массива в проливе.

В северной части пролива при обильных снегопадах и присутствии блинчатого льда с ледяной кашей встречается такое явление, как облипание судна (Рис. 8).



Рис. 7. Пример сильно наслоенного участка (наслоенность - 9 баллов) светлого ниласа в северной части Татарского пролива



Рис. 8. Облипание корпуса судна снежно-ледяной массой в Татарском проливе

Несмотря на то, что вдоль Сахалина длина пути во льдах под проводкой ледоколом, должна быть длиннее, зачастую это оказывается самым оптимальным маршрутом плавания во льдах. Дело в том, что вдоль берега Сахалина обычно формируется либо полынья, либо область разреженного льда. Поэтому танкеры при выводе в эту область зачастую могут следовать самостоятельно, руководствуясь рекомендуемым маршрутом, полученным с борта ледокола, осуществляющего проводку. Часто смена танкеров (ведомого танкера с севера и взятие под проводку танкера, пришедшего с юга) происходит на 50°с.ш. или немного южнее. Но не всегда на этом маршруте настолько благоприятные ледовые условия. При неблагоприятных условиях на всём протяжении полыньи у острова Сахалин могут встречаться большие поля неоднородных сморозей из однолетнего и серо-белого льда толщиной до 80-100 см, оторвавшиеся от центрального ледяного массива. Эти ледяные поля при дрейфе могут перекрывать маршрут плавания и создавать серьёзные препятствия для судоходства. При такой ледовой обстановке ледоколам приходится сопровождать танкер до самого траверза южной кромки массива, примерно до портов Углегорск и Шахтёрск, а иногда и до мыса Ламанон. В таких случаях путь плавания под проводкой становится одним из самых длинных, достигая 170-180 миль и может продолжаться более полусуток.

Особое влияние на судоходство в Татарском проливе имеет взломанный припай. Припай в проливе Невельского на самом севере рассматривать не будем, так как его взлом приходится на апрель, а к апрелю ледяной массив в Татарском проливе уже разрушен и взломанный припай из пролива Невельского на условия судоходства уже не влияет. При западном варианте маршрута самую большую опасность и препятствие имеет относительно небольшой припай, формирующийся от мыса Иванова до мыса Сюркум (Рис. 9).



Рис. 9. Преодоление поля взломанного припая в районе мыса Сюркум, февраль 2021 г.

В этом районе при северном ветре всегда формируется сильно деформированный и неоднородный припай, состоящий из различных видов льда. При западном ветре припай отрывается от материка и в условиях слабого дрейфа перекрывает маршрут вдоль материка в районе мыса Сюркум на достаточно длительное время. Обычно этот обломок разворачивается на 90 градусов относительно берега, одной стороной упирается в мыс, а другой - в ледяной массив, который в этом районе также уже весьма деформирован и труднопроходим для караванов (Рис. 10). Припай в районе мыса Сюркум может формироваться несколько раз за одну зимнюю навигацию. В результате, только при наличии взломанного припая на пути плавания в районе мыса Сюркум, и несмотря на удобные прогалины вдоль материка, проводка осуществляется через восточный вариант.

На движение в восточном варианте также имеет влияние взломанный припай, но совсем в другом виде. Припай формируется в северо-восточном районе Татарского пролива, севернее порта Александровск-Сахалинский, в Александровском заливе. Формируется он также под воздействием ветрового дрейфа, только западного направления. При постоянном воздействии западных ветров, только что сформировавшийся в северной части Татарского пролива молодой лёд, сильно деформируется и набивается в Александровском заливе в огромную сморозь припая. Районы формирования припая и торосистых льдов в Татарском проливе схематично представлены на рисунке 11.

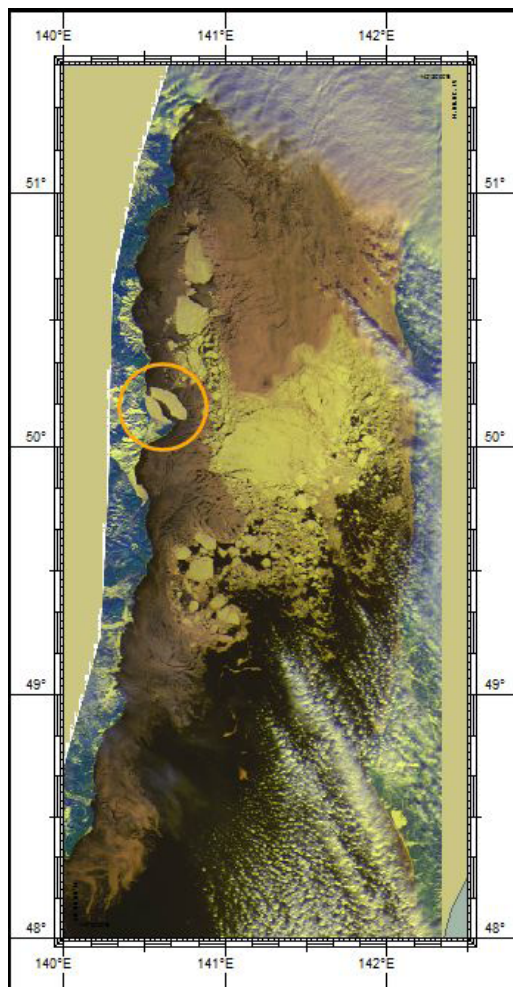


Рис. 10. Спутниковый снимок Terra MODIS в видимом диапазоне. Обломок взломанного припая в районе мыса Сюркум (выделен желтым кругом)

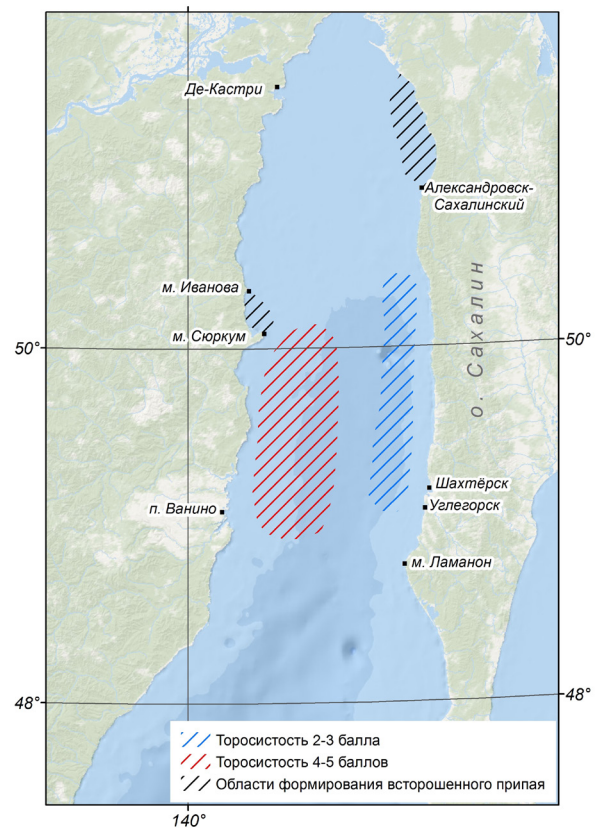


Рис. 11. Области формирования деформированного припая и районы торосистых льдов в Татарском проливе по данным специальных судовых наблюдений

Во время нередких для этих мест мощных циклонов и тайфунов этот припай взламывается, образуя несколько гигантских ледяных полей, которые затем начинают постепенно дрейфовать вдоль острова Сахалин, разрушаясь на более мелкие ледяные поля (Рис. 12). При этом они, естественно, становятся препятствием на восточном варианте маршрута до южной кромки морского льда в Татарском проливе. Такой припай за зимнюю навигацию может успеть сформироваться повторно.



Рис. 12. Деформированные обширные поля взломанного припая из северо-восточной части Татарского пролива (из Александровского залива), дрейфующие на юг вдоль побережья Сахалина

Заключение

Впервые обобщены и представлены современные условия ледового плавания в Татарском проливе Японского моря за период 2016-2021 гг. Ежегодное участие сотрудников АНИИ в рейсах на борту ледоколов, обеспечивающих проводку танкеров из порта Де-Кастри до южной кромки ледяного покрова и ежедневный мониторинг состояния ледяного покрова позволили собрать уникальный архив натуральных и спутниковых данных, ледовых карт и результатов моделирования ледяного покрова.

Мониторинг состояния ледяного покрова позволил выявить особенности ледовых условий в районе — начало устойчивого ледообразования в 3 декаду ноября, период максимального развития ледяного покрова в феврале, образование зоны разряжения льда в северной части Татарского пролива и область наиболее сложных ледовых условий в центральной части Татарского пролива. Несмотря на высокую изменчивость от сезона к сезону, средняя ледовитость за последние 5 лет близка к средней ледовитости за весь ряд наблюдений, с 1960 г.

По результатам оценки ледового плавания были выделены два основных маршрута – западный и восточный. Благоприятные ледовые условия для использования западного маршрута плавания формируются в январе и феврале. В этот период наиболее часто открывается прогалина с открытой водой, или покрытая ниласом и серыми льдами, вдоль континентального побережья. Благоприятные условия для использования восточного маршрута плавания формируются преимущественно в марте, когда вдоль берега Сахалина формируется либо полынья, либо область разреженного льда.

Благодарности

В работе использовались спутниковые данные, полученные от Дальневосточного Центра Федерального Государственного Бюджетного Учреждения «Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета».

Список литературы:

1. Конторович А.Э., Эдер Л.В., Филимонова И.В., Немов В.Ю., Проворная И.В. Нефтяная промышленность Дальнего Востока: современное состояние и перспективы развития // Бурение и нефть. 2013. №7-8. <https://burneft.ru/archive/issues/2013-07-08/1>
2. Жариков Е.П. Морские перевозки нефти и газа: формирование восточного направления // Азиатско-Тихоокеанский регион: экономика, политика, право. 2016. № 4. Т. 18. С. 38-52
3. Якунин Л.П. Ледовые условия // Проект “Моря”. Гидрология и гидрохимия морей. Т. VIII: Японское море. Вып. 1 (Гидрометеорологические условия). СПб.: Гидрометеоизд-дат, 2003 - 398 с.
4. Карклин В.П., Миронов Е.У., Иванов В.В., Шкорба С.П. Особенности формирования крупных аномалий ледовитости в Татарском проливе. Проблемы Арктики и Антарктики. 2016, вып.3, С. 20-33.
5. Думанская И.О. Ледовые условия морей азиатской части России. М.: Обнинск: ИГ-СОЦИН, 2017. - 640 с.
6. Pishchalnik V.M. Dorofeyeva D.V., Truskov P.A., Romanyuk V.A., Minervin I.G. Variations in the volume of ice in the sea of Okhotsk and the Tatar Strait at the phase of maximum ice extent development for 2000–2020 // Continental Shelf Research. V. 236 (2022) 104663. 1-8 pp
7. Е.У. Миронов, С.В. Клячкин, В.М. Смоляницкий, А.В. Юлин, С.В. Фролов. Современное состояние и перспективы исследований ледяного покрова морей российской Ар-

- тики / Миронов Е.У., Клячкин С.В., Смоляницкий В.М., Юлин А.В., Фролов С.В. // Российская Арктика. – 2020. – №10. – С. 13-29
8. Федяков В.Е., Фролов С.В. Новые алгоритмы учета влияния ледовых образований на надежность движения судов во льдах. Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. №3 (97). С. 28–34
 9. Третьяков В.Ю., Фролов С.В. Модель оценки риска транспортных операций в условиях ледяного покрова. Проблемы Арктики и Антарктики. 2013. № 3(97). С. 21–27.
 10. Herbert J.C., Mironov Ye.U. Marine transportation in ice. - Proc. of 8th Intern. Conf. RAO'07, 11-13 September 2007, St. Petersburg (electronic version CD No. 213).
 11. Минервин И.Г., Романюк В.А., Пищальник В.М., Трусков П.А., Покрашенко С.А. // Районирование ледяного покрова Охотского и Японского морей // Вестник Российской Академии Наук. Т. 85, № 3, 2015. 209-217.
 12. Афанасьева Е.В, Алексеева Т.А., Соколова Ю.В., Демчев Д.М., Чуфарова М.С., Быченков Ю.Д., Девятаев О.С. Методика составления ледовых карт ААНИИ // Российская Арктика. – 2019. – №7. - С. 5-20
 13. Наблюдения за ледовой обстановкой: учебное пособие. – СПб: ААНИИ, 2009. – 360 с.
 14. Руководство по производству судовых специальных ледовых наблюдений. – СПб: ААНИИ, 2011. 41 с.
 15. Watanabe, T., K. Hanawa and Y. Toba (1986): Analysis of year-to-year variation of water temperature along the coast of the Japan Sea. J. Progress in Oceanography. N 17, 337-357.
 16. Лоция Татарского пролива, Амурского лимана и пролива Лаперуза. СПб.: ГУНИО МО РФ. 2003. С. 10–193.
 17. Цыпышева И.Л., Муктепавел Л.С., Цициашвили Г.Ш., Шатилина Т.А., Радченкова Т.В. Особенности изменчивости ледовитости в Татарском проливе (Японское море) в связи с региональной атмосферной циркуляцией // Известия ТИНРО. 2016. 184 (1). С. 135-149. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2016-184-135-149>

References:

1. Kontorovich A.E., Eder L.V., Filimonova I.V., Nemov V.Yu., Nimble I.V. Oil industry of the Far East: current state and prospects of development //Drilling and oil. 2013. №7-8. <https://burneft.ru/archive/issues/2013-07-08/1>
2. Zharikov E.P. Sea transportation of oil and gas: the formation of the eastern direction // Asia-Pacific region: economics, politics, law. 2016. No. 4. Vol. 18. pp. 38-52
3. Yakunin L.P. Ice conditions // The "Seas" project. Hydrology and hydrochemistry of the seas. Vol. VIII: The Sea of Japan. Issue 1 (Hydrometeorological conditions). St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 2003 - 398 p.
4. Karklin V.P., Mironov E.U., Ivanov V.V., Shkorba S.P. Features of the formation of large ice anomalies in the Tatar Strait. Problems of the Arctic and Antarctic. 2016, issue 3, pp. 20-33.
5. Dumanskaya I.O. Ice conditions of the seas of the Asian part of Russia. Moscow: Obninsk: IG-SOCIN, 2017. - 640 p.
6. Pishchalnik V.M. Dorofeyeva D.V., Truskov P.A., Romanyuk V.A., Minervin I.G. Variations in the volume of ice in the sea of Okhotsk and the Tatar Strait at the phase of maximum ice extent development for 2000–2020 // Continental Shelf Research. V. 236 (2022) 104663. 1-8 pp
7. E.U. Mironov, S.V. Klyachkin, V.M. Smolyanitsky, A.V. Yulin, S.V. Frolov The current state and prospects of research of the ice cover of the seas of the Russian Arctic / Mironov E.U., Klyachkin S.V., Smolyanitsky V.M., Yulin A.V., Frolov S.V. // Russian Arctic. – 2020. – No. 10. - pp. 13-29
8. Fedyakov V.E., Frolov S.V. New algorithms for accounting for the influence of ice formations on the reliability of ship movement in ice. Problems of the Arctic and Antarctic. 2013. No.3 (97). pp. 28-34
9. Tretyakov V.Yu., Frolov S.V. A model for assessing the risk of transport operations in ice cover conditions. Problems of the Arctic and Antarctic. 2013. No. 3(97). pp. 21-27.
10. Herbert J.C., Mironov Ye.U. Marine transportation in ice. - Proc. of 8th Intern. Conf. RAO'07, 11-13 September 2007, St. Petersburg (electronic version CD No. 213).
11. Minervin I.G., Romanyuk V.A., Pishchalnik V.M., Truskov P.A., Pokrashenko S.A. // Zoning of the ice cover of the Okhotsk and Japanese Seas // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Vol. 85, No. 3, 2015. 209-217.
12. Afanasyeva E.V., Alekseeva T.A., Sokolova J.V., Demchev D.M., Chufarova M.S., Bychenkov Yu.D., Devyataev O.S. / AARI methodology for sea ice charts composition // Russian Arctic. - 2019. - No. 7. - P. 5-20

13. Observations of the ice situation: a textbook. – St. Petersburg: AARI, 2009. – 360 p.
14. Guidelines for the production of special ship ice observations. – St. Petersburg: AARI, 2011. – 41 p.
15. Watanabe, T., K. Hanawa and Y. Toba (1986): Analysis of year-to-year variation of water temperature along the coast of the Japan Sea. *J. Progress in Oceanography*. N 17, 337-357.
16. Sailing Directions of the Tatar Strait, Amur Estuary and Strait Laperusa. SPb.: GUNIO MORF. 2003. pp. 10-193.
17. Tsypysheva I.L., Muktepavel L.S., Tsitsiashvili G.S., Shatilina T.A., Radchenkova T.V. Features of the sea ice cover variability in the Tatar Strait (Japan Sea) in connection with the regional atmosphere circulation. *Izvestiya TINRO*. 2016;184(1):135-149. (In Russ.) <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2016-184-135-149>