

## **ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОДХОДОВ В ОЦЕНКЕ ПОТРЕБНОСТИ И ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕДОКОЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ АРКТИЧЕСКОГО СУДОХОДСТВА**

Александр Сергеевич БУЯНОВ, Ангелина Николаевна ГОНЧАРОВА (АО «ЦНИИМФ»)

### **TRANSFORMATION OF APPROACHES IN ASSESSING THE NEEDS AND ORGANIZATION OF ICEBREAKING SUPPORT WITH AN INCREASE IN THE INTENSITY OF ARCTIC NAVIGATION**

Alexander S. Buyanov, Angelina N. Goncharova (CNIIMF)

*Over the past decade, Russia has been actively developing the mineral resources of the Arctic zone. These are a number of large-scale integrated projects for the development of mineral deposits both on the continental shelf and near the coastline, which, in turn, increase the demand for marine transportation of both construction and project cargo and mineral resources along the routes of the Northern Sea Route in the western and eastern directions. The development of transportation along the Northern Sea Route is impossible without the renovation and construction of a modern icebreaking fleet. However, the possibilities of the Russian shipbuilding industry for the commissioning of new nuclear icebreakers should be taken into account. The current icebreaker fleet capacity utilization approach assumes a "project-based" approach, in which companies charter specific icebreakers for their current projects on a long-term basis. The implementation of this approach is possible only with the operation of the transport fleet in the western sector of the Arctic. With the implementation of long-term plans for the operation of ships in the eastern direction and the launch of year-round navigation, the need for nuclear icebreakers may increase significantly. In order to provide icebreaking services for such shipments, it will be necessary to change the approach to using the existing capacities of the icebreaking fleet. One of the options may be the operation of icebreakers on the conditionally fixed, most difficult ice sectors of the NSR. This will inevitably lead to an increase in the downtime of transport vessels, but in general it will allow us to create a functioning icebreaker and transport support system.*

Последние десятилетия Россия ведёт активное промышленное освоение минеральных ресурсов Арктической зоны. Это ряд масштабных комплексных проектов по разработке месторождений полезных ископаемых как на континентальном шельфе, так и вблизи береговой линии, которые, в свою очередь, увеличивают объем потребности в морской транспортировке как строительных и проектных грузов, так минеральных ресурсов по трассам Северного морского пути в западном и восточном направлениях.

Российская Федерация, неоднократно озвучивала планы создания круглогодичной транспортной системы в акватории арктических морей. В советское время плавание по Северному морскому пути (СМП) представляло собой жизненную необходимость прежде всего ввиду необходимости осуществления Северного завоза в населенные пункты Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока критически важных грузов и товаров (продовольствия, топлива, строительных и других товаров) до наступления зимнего сезона. Эта необходимость существовала и существует по сегодняшний день по причине отсутствия иных способов доставки, неразвитости инфраструктуры прибрежных арктических территорий, и/или сезонных (зимних) трудностей при транспортировке грузов. Поддержка устойчивого функционирования СМП предусмотрена «Основами государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года» [1].

Несмотря на текущую политическую и экономическую ситуацию, а также ряд негативных экономических факторов, за последние 3 года на акватории Северного морского пути наблюдается увеличение объема транспортной работы морских судов (см. рис. 1-2) [2].



Рис. 1. Динамика грузопотока по СМП за период 2008-2024 гг.



Рис. 2. Динамика работы транспортного и ледокольного флота на СМП

Развитие перевозок по Северному морскому пути невозможно без обновления и строительства современного ледокольного флота.

Россия располагает наиболее крупным по численности ледокольным флотом среди всех стран мира. В эксплуатации находится более 40 ледоколов различного назначения, ледового класса и мощности. Основной арктического флота являются ледоколы с ядерной энергетической установкой. Ледоколы с энергетическими установками, работающими на органическом топливе, могут использоваться в Арктике только в относительно лёгких ледовых условиях (преимущественно в период летне-осенней навигации).

Состав линейного ледокольного флота, способного обеспечивать судоходство в акваториях арктических и замерзающих неарктических морей, представлен в табл. 1.

Атомные ледоколы находятся в ведении ФГУП «Атомфлот», которое входит в Госкорпорацию «Росатом»; дизель-электрические линейные и портовые ледоколы – в основном у подведомственного Росморречфлоту ФГУП «Росморпорт».

В соответствии с востребованностью ледоколы, привлекаемые к обеспечению судоходства на трассах СМП, распределены между тремя морскими бассейнами: Арктическим, Балтийским и Дальневосточным.

Таблица 1 – Российские линейные ледоколы [3]

Атомные ледоколы			Дизель-электрические ледоколы		
Название	Год постройки	Мощность на валах, МВт	Название	Год постройки	Мощность на валах, МВт
Таймыр	1989	35,5	Адмирал Макаров	1975	26,5
Вайгач	1990	35,5	Красин	1976	26,5
Ямал	1992	52,8	Капитан Сорокин	1977	16,2
50 лет Победы	2007	52,8	Капитан Николаев	1978	16,2
Арктика	2020	60,0	Капитан Драницын	1980	16,2
Сибирь	2022	60,0	Капитан Хлебников	1981	16,2

Урал	2022	60,0	Москва	2008	16,4
Якутия	2025	60,0	Санкт-Петербург	2009	16,4
Чукотка*	2026	60,0	Владивосток	2015	17,4
Ленинград*	2028	60,0	Новороссийск	2016	17,4
Сталинград*	2030	60,0	Мурманск	2016	17,4
Россия*	2030	120,0	Виктор Черномырдин	2020	25,0
<b>Суммарная мощность, МВт</b>		<b>716,6</b>	<b>Суммарная мощность, МВт</b>		<b>227,7</b>

\* – суда в постройке

Характерной особенностью ледокольного флота является значительный возраст ледоколов. Девять судов выработали свой нормативный ресурс и эксплуатируются за его пределами. Средний возраст атомных ледоколов по состоянию на начало 2025 года составляет 16 лет, дизельных – 29 лет.

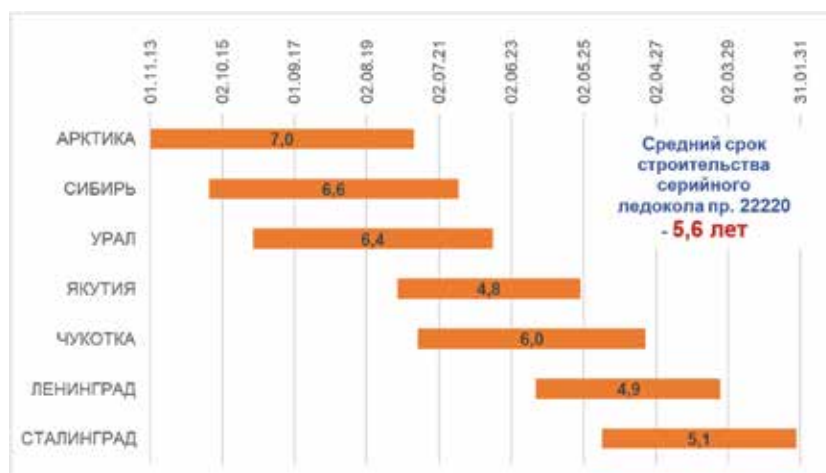
В настоящее время на Балтийском заводе по заказу ФГУП «Атомфлот» ведется активное строительство атомных ледоколов проекта 22220. Следующий серийный ледокол «Чукотка» должен быть сдан в декабре 2026 года.

В настоящее время на СМП работают 10-11 ледоколов: 8 атомных и 2-3 дополнительно привлеченных неатомных ледоколов. Ледокол «Ямал» находится в долгосрочном фрахте у компании ПАО «Новатэк» и в основном обеспечивает проводку газозовов проекта «Ямал СПГ». Атомный ледокол «Сибирь» проекта 22220 ежегодно работает по долгосрочному договору между ФГУП «Атомфлот» и ПАО «ГМК «Норникель» в Енисейском районе Карского моря. Прокладывает ледовые каналы до порта Дудинка. Ледоколы «Таймыр» и «Урал» находятся во фрахте у ПАО «НК «Роснефть» и обеспечивают круглогодичный завоз грузов в Дудинку, Диксон (терминал «Чайка») и Бухту Север. Ледоколы «50 лет Победы», «Арктика» и «Якутия» работают в Обской губе, Карском море и осуществляют эпизодические транзитные рейсы в восточном направлении.

В текущей геополитической обстановке Северный морской путь является наиболее защищенным с точки зрения судоходства от внешнего воздействия морским маршрутом, который позволяет реализовывать крупнейшие экономические проекты России. Ни одно транспортное судно ледового класса Arc7-Arc8 не сможет обеспечить эффективную круглогодичную перевозку грузов на трассах СМП в восточном секторе Арктики без ледокольной поддержки, поэтому строительство современного атомного ледокольного флота является безусловным фактором развития круглогодичной навигации на трассах СМП.

Однако следует учитывать возможности судостроительной промышленности России по вводу в строй новых атомных ледоколов. В настоящее время строительство атомных ледоколов в России ведется только на двух верфях: АО «Балтийский завод» ведет строительство ледоколов пр. 22220 мощностью 60 МВт, а ООО «ССК «Звезда» строит атомный ледокол проекта 10510 «Лидер».

Головной ледокол пр. 22220 «Арктика» строился на Балтийском заводе 7 лет (с момента закладки киля). Первые два серийных ледокола «Сибирь» и «Урал» в среднем были построены за 6,5 лет (см. рис. 3). Последующие серийные суда строились и строятся в пределах 5-6 лет. Одновременно на Балтийском заводе может выполняться строительство одновременно трех ледоколов в разной степени готовности. Таким образом, с учетом тенденций последних лет, можно сделать вывод о возможности спуска нового ледокола каждые два года. Это при условии наличия стабильного финансирования, а главное стабильного производства основного судового комплектующего оборудования, такого как ядерные реакторы РИТМ-200, паротурбинные установки ПТУ-72, гребные электродвигатели мощностью 20 МВт и т.д. Другими словами, чтобы построить два новых ледокола потребуется 6 лет, чтобы построить 3 новых ледокола – 10 лет.



**Рис. 3. Сроки строительства ледоколов пр. 22220 на АО «Балтийский завод» [3]**

Согласно плану ФГУП «Атомфлот» (см. рис. 4) к концу 2028 года из эксплуатации будут выведены ледоколы «Ямал», «Таймыр» и «Вайгач». Таким образом, с учетом ввода в строй новых ледоколов пр. 22220 в период 2028-2030 гг. в эксплуатации будет лишь 7 атомных ледоколов. Ввод в эксплуатацию к концу 2030 г. ледокола «Сталинград» и ледокола «Россия» (ледокол «Лидер» пр. 10510) в какой-то мере снимут напряжение в потребности

ледокольного обеспечения транспортных перевозок. Однако, многое будет зависеть от интенсивности развития проектов освоения арктических месторождений минеральных ресурсов.

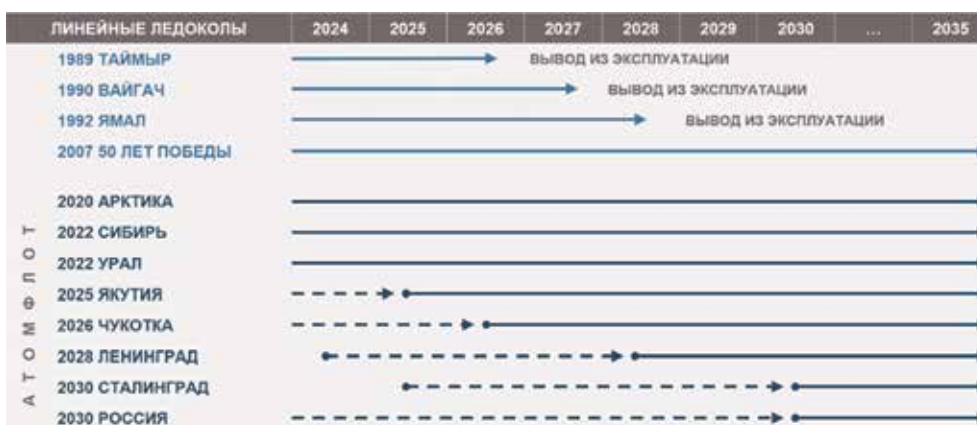


Рис. 4. Наличие атомного ледокольного флота ФГУП «Атомфлот» до 2035 г.

Новыми основными потребителями услуг атомного ледокольного флота в период до 2035 г станут следующие арктические проекты (компании):

- «Восток Ойл» компании ПАО «НК «Роснефть» (нефть);
- «Арктик СПГ 2», «Обский ГХК», «Арктик СПГ» компании ПАО «Новатэк» при условии ослабления или снятия санкционных ограничений (СПГ, СГК, аммиак);
- «Тамбей» группы компаний ПАО «Газпром» (СГК, СУГ);
- ООО «ГДК Баимская» (руда);
- ООО «Северная звезда» (уголь);
- транзитные контейнерные перевозки.

Текущий подход использования мощностей ледокольного флота предполагает «проектный» подход, при котором компании фрахтуют конкретные ледоколы по свои текущие проекты на долгосрочной основе. Реализация такой подхода возможна лишь при работе транспортного флота в западном секторе Арктики. При реализации перспективных планов по работе судов в восточном направлении и запуска круглогодичной навигации потребность в атомных ледоколах может возрасти в разы. Для ледокольного обеспечения таких перевозок потребуются изменить подход к использованию имеющихся мощностей ледокольного флота. Одним из вариантов может стать работа ледоколов на условно закрепленных, наиболее сложных ледовых участках СМП. Это неизбежно приведет к увеличению простоя транспортных судов, но в целом позволит создать функционирующую систему ледокольно-транспортного обеспечения.

На рис. 5 в качестве примера приведены ледовые условия СМП в середине февраля 2023 г. [4]. В проливе Вилькицкого и на значительной акватории Восточно-Сибирского моря установился припайный лед, на акватории моря Лаптевых сохраняются поля «старого» льда (с прошлых зим). Можно предположить, что на участках с припайным и старым льдом, транспортным судам в обязательном порядке потребуется ледокольное сопровождение.

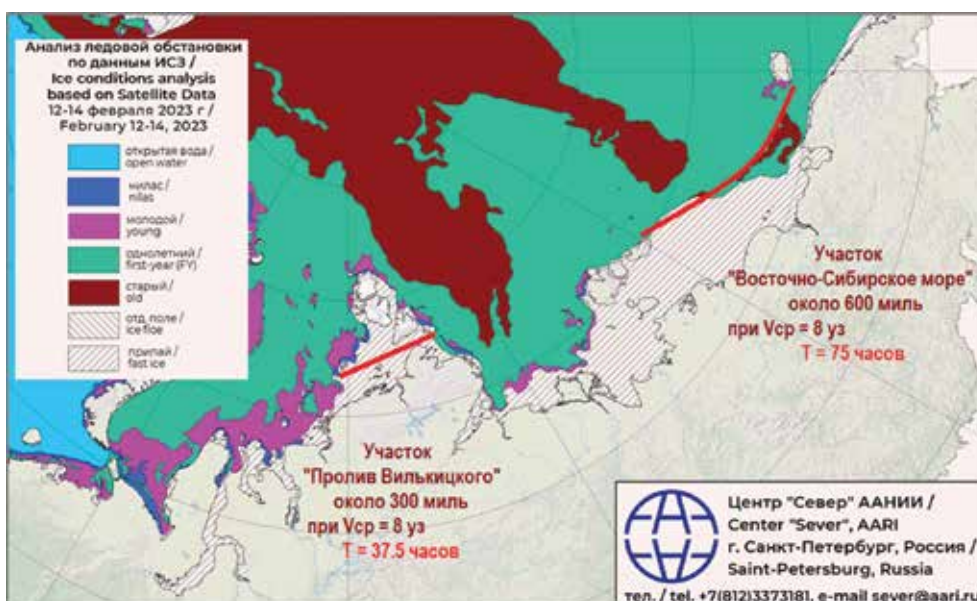


Рис. 5. Пример ледовых условий на трассах СМП и возможные участки дежурства ледоколов

В проливе Вилькицкого сложный для судоходства участок может составлять до 300 миль. Время проводки ледоколом транспортного судна составит порядка 35-40 часов. При таких временных затратах на проводку на этом участке может дежурить один ледокол, осуществляя проводку в прямом и обратном направлении каждые 3-е суток. В восточной части Восточно-Сибирского моря ледовая обстановка может быть сложнее, а район обязательной ледокольной проводки шире. При длине участка около 600 миль потребуется как минимум два атомных ледокола для осуществления проводок с приемлемой регулярностью.

Регулярность ледокольных проводок является одним из наиболее важных условий обеспечения круглогодичной работы СМП. Для ее оценки необходимо в первую очередь оценить прогнозную интенсивность работ транспортного флота на различных участках СМП. Специалистами АО «ЦНИИМФ» выполнен прогноз развития перевозок по СМП до 2050 г. (см. рис. 6), на основании которого для каждого расчетного участка СМП была рассчитана интенсивность работы транспортного флота.

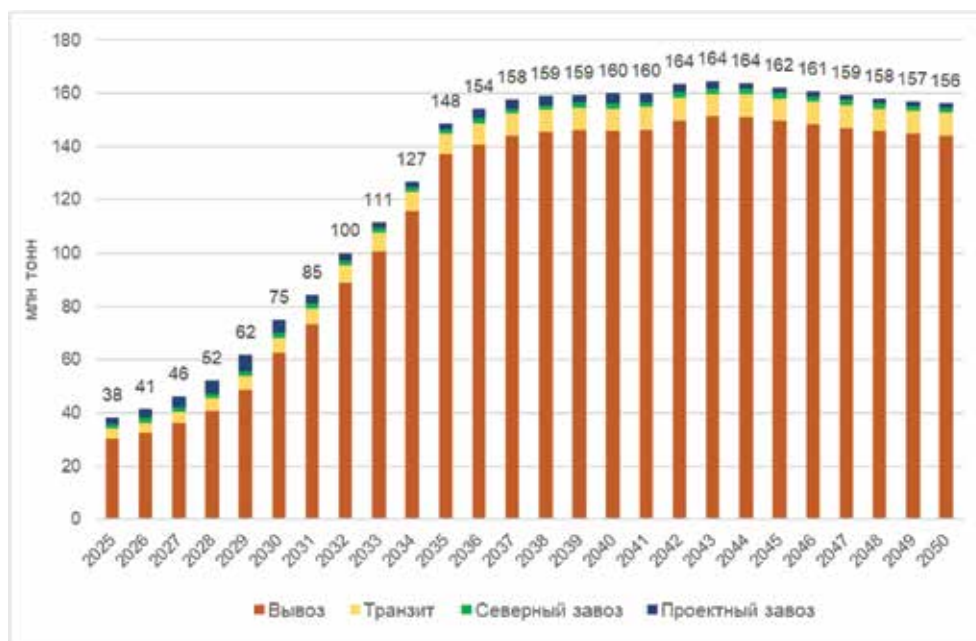


Рис. 6. Прогноз перевозок грузов по трассам СМП до 2050 г. (АО «ЦНИИМФ»)

Для оценки прогнозной интенсивности судоходства на трассах СМП в период до 2050 года использовалась детерминированная математическая модель, в основу которой заложены эксплуатационные параметры транспортных судов и ледоколов, навигационные и ледовые условия плавания, прогнозные объемы перевозок грузов на различных направлениях.

Достоверность детерминированной модели и приближенность результатов к реальным условиям эксплуатации во многом зависит от дискретности заложенных условий и выполняемых расчетов. В случае работы арктической морской транспортной системы наибольшее значение для точности расчетов имеют такие параметры как:

- дискретность расчетного периода (периоды навигации, месяц, неделя, сутки);
- количество участков маршрута с однородными условиями плавания для каждого расчетного периода;
- эксплуатационные параметры судов для различных условий работы.

Арктические моря имеют различные ледовые условия плавания в зависимости от времени года и географического положения. Чем более детально представлена исходная информация, тем меньше погрешностей возникает при осреднении данных в аналитических моделях. Оптимальным расчетным периодом для детерминированной модели является «месяц», в течение которого ледовые условия на трассах СМП остаются в той и иной степени однообразными.

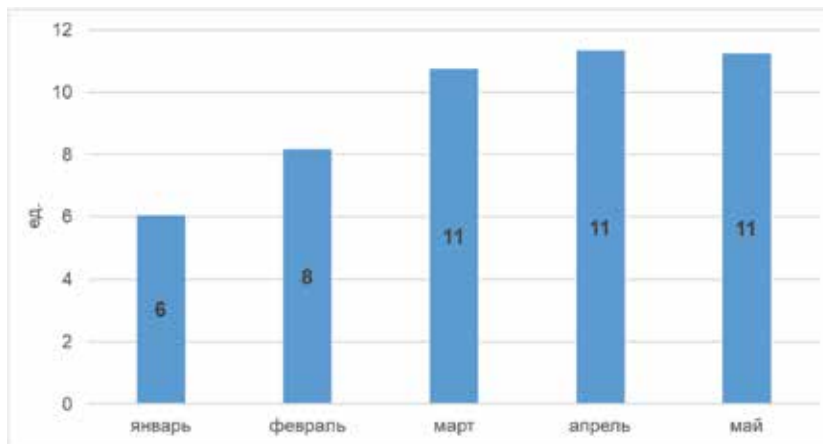
Более сложным вопросом является определение протяженности районов с однородными ледовыми условиями. Решение этой проблемы важно не только для определения корректных скоростей движения судов и ледоколов на всех участках трасс СМП, но и более глобальной задачи – оптимальной расстановки ограниченного количества ледокольного флота. Наличие ретроспективной базы данных ледовых условий в арктических морях позволяет выполнить задачу районирования с использованием методов кластерного анализа, т.е. разбить множества объектов (районов акватории морей) так, чтобы похожие объекты попали в одно и то же подмножество, при этом объекты из разных подмножеств существенно различались. Определяя критерии кластеризации данных, можно получать однородные выборки разного размера в зависимости от поставленных задач [5].

В качестве расчетных судов в исследовании приняты действующие типы арктических судов, а также перспективные типы в рамках уже запланированных проектов. Все суда имеют ледовый класс Arc7 с ледопробитостью носом не менее 1,5 м при скорости не менее 2 уз.

Определение необходимого числа ледоколов для обеспечения заданной интенсивности движения судов выполняется с соблюдением требования к устойчивости функционирования системы ледокольного обслуживания,

исходя из соответствия между интенсивностью потока транспортных судов и «пропускной способностью» ледокольного флота.

Выполненные специалистами АО «ЦНИИМФ» расчеты на максимальный объем грузопотока 164 млн т показал, что для обеспечения круглогодичной работы СМП необходимо иметь в наличии 11 атомных ледоколов пр. 22220 (см. рис. 7). Следует отметить, что при более высокой интенсивности судоходства «чистая математика» не способна с приемлемым уровнем достоверности ответить сколько же необходимо ледоколов и как их использовать. Полученные значения потребности могут выступать лишь оценочным индикатором.



**Рис. 7. Прогноз потребности в ледокольном обеспечении транспортного флота на трассах СМП при объеме грузопотока 164 млн т (АО «ЦНИИМФ»)**

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Указ Президента Российской Федерации от 05.03.2020 № 164 «Об основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года».
2. Зыбко С.Н. Итоги навигации 2024 г. ФГБУ «ГлавСевморпуть» (ГК «Росатом»). Презентационные материалы III Международной научно-деловой конференции POLAR-2025, ФГБУ «ААНИИ», 21 мая 2025 года, Санкт-Петербург.
3. Регистровая книга судов ФАУ «Российский морской регистр судоходства» URL: <https://lk.rs-class.org/regbook/regbookVessel> (дата обращения 15.08.2025)
4. Обзорные ледовые карты СЛО. Официальный сайт ФГБУ «ААНИИ» URL: <https://www.aari.ru/data/realtime/ledovye-karty-2/2023>
5. Буянов А. С. Подходы к оценке потребности в ледокольном обеспечении на трассах Северного морского пути с учетом перспективных грузопотоков до 2030 года // Сборник научных трудов АО "ЦНИИМФ". – Санкт-Петербург: АО «ЦНИИМФ», 2022. – С. 24-36.