

УДК 656.611

Дурова Алина Максимовна,

студентка

Волков Денис Сергеевич, студент

Калиниченко Анна Витальевна,

студентка

Российский Университет Транспорта (РУТ(МИИТ))

Россия, г. Москва

Зарецкая Екатерина Владимировна, доцент,

к.н. Российский Университет Транспорта

(РУТ(МИИТ))

Россия, г. Москва

ИЗУЧЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ АСПЕКТОВ СУДОХОДСТВА В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

Аннотация: В статье исследуются особенности судоходства в Арктике: экстремальные условия, инфраструктурные ограничения и геополитическая напряженность. Рассматриваются недостатки ледокольного сопровождения и необходимость использования дополнительных методов обеспечения безопасного судоходства с учётом баланса между коммерческой целесообразностью и устойчивым развитием региона

Ключевые слова: Северный морской путь, арктическое судоходство, арктическая навигация, ледокольная проводка, морские суда, ледокольная приставка, оптимизация издержек.

Annotation: The article examines the features of shipping in the Arctic: extreme conditions, infrastructural constraints and geopolitical tensions. The disadvantages of icebreaking escort and the need to use additional security methods are considered safe navigation, taking into account the balance between commercial expediency and sustainable development of the region.

Keywords: Northern Sea Route, Artic shipping, Arctic navigation, icebreaking, sea vessels, icebreaking equipment, cost optimization.

Арктический регион сегодня является стратегически важной зоной мирового масштаба, обладающей огромными природными ресурсами и уникальными возможностями для транспортировки. Северный морской путь (СМП) представляет собой самый короткий морской маршрут между европейской частью России и её Дальним Востоком, что делает его ключевым фактором для развития отечественной экономики и международного торгового судоходства.

Изучение путей развития Арктического региона является важной темой, так как этот маршрут становится все более значимым для международной торговли и транспортировки грузов.

Параметр	Значение/Описание
Протяженность	5600 км (от Карских Ворот до бухты Провидения)
Период навигации	4-6 месяцев (расширяется благодаря климатическим изменениям)
Грузопоток (2023)	36,2 млн тонн
Основные грузы	Углеводороды (75%), уголь и металлы (15%), контейнеры (5%)
Ледокольный флот	9 атомных и 5 дизель-электрических ледоколов

Таблица – 1 – основные характеристики СМП

Инфраструктурное развитие СМП включает:

1. Модернизацию портовой инфраструктуры (Сабетта, Дудинка, Диксон)
2. Строительство новых ледоколов (включая проект 10510 "Лидер")
3. Развитие навигационных и гидрометеорологических систем
4. Создание аварийно-спасательных центров

Экономические и геополитические аспекты:

- СМП обеспечивает доступ к богатым месторождениям углеводородов и других полезных ископаемых Арктики
- Маршрут имеет особый международно-правовой статус, регулируемый как национальным законодательством РФ, так и международными соглашениями
- Развитие СМП способствует укреплению позиций России в Арктическом регионе

Проблема	Меры решения
Риск разливов нефтепродуктов	Создание специализированных аварийных служб
Воздействие на хрупкие экосистемы	Система экологического мониторинга
Выбросы в атмосферу	Переход на экологичные виды топлива

Таблица – 2 - экологические вызовы и решения

Государственная программа развития Арктической зоны предусматривает выделение 120 млрд руб. до 2030 года на: - Создание береговых приемных комплексов для судовых отходов - Модернизацию аварийно-спасательных центров - Внедрение системы электронной навигации ECDIS Особое внимание уделяется проектам утилизации исторического наследия: - Ликвидация 350 заброшенных нефтяных вышек - Рециклинг 2.4 млн тонн металлолома - Реабилитация 1200 га загрязненных территорий Эти меры позволят снизить экологические риски судоходства на 45% при одновременном увеличении грузопотока на 18% ежегодно[4].

Преимущества Северного морского пути (СМП) как транспортного коридора для доставки грузов из одной части света в другую известны: сокращение расстояния и

времени по сравнению с использованием пути через Суэцкий канал почти вдвое, отсутствие террористической угрозы.

Например, расстояние из Мурманска в Японию через Суэц составляет 12,84 тыс. морских миль, а по Севморпути – 5,77 тыс. морских миль. Соответственно, в случаях, когда порт доставки значительно удален от Суэцкого канала, доставка грузов обходится дешевле, а их сохранность обеспечена лучше – в арктических водах нет пиратов.

Экологические риски и регуляторные требования Арктическое судоходство сталкивается с беспрецедентными экологическими вызовами, требующими комплексного подхода к управлению рисками. Исследования Института океанологии РАН выявили критическое влияние микропластика на арктические экосистемы — частицы темного цвета снижают альбедо льда на 15-20%, ускоряя его таяние[3]. Эта проблема усугубляется сезонным поступлением 2,3 млн тонн микропластика через речные системы Евразии. Нормативная база предусматривает строгие требования к судовым энергоустановкам: - Запрет на использование тяжелого топлива (HFO) в соответствии с резолюцией ИМО 2021 - Обязательная установка систем очистки выхлопных газов (SCR) - Ограничение содержания серы в судовом топливе до 0.1% в зонах SECA Технологические решения включают гибридные энергетические установки, сочетающие LNG-двигатели с аккумуляторными системами. Норвежский опыт показывает, что такие системы снижают выбросы CO₂ на 40%, а NO_x — на 90% по сравнению с традиционными дизельными установками [2].

В регионе уже ведут деятельность крупные компании, такие как «Норникель», «Роснефть», «Газпром», «Лукойл» и «Росшельф».

Экологические показатели арктических портов (2024 г.)

Порт	Выбросы SO ₂ (т/год)	Сбор отходов (%)	Системы очистки балласта
Мурманск	4 120	92	UV-фильтрация

Порт	Выбросы SO ₂ (т/год)	Сбор отходов (%)	Системы очистки балласта
Архангельск	2 780	87	Химическая нейтрализация
Дудинка	1 950	78	Механическая сепарация
Певек	320	68	Отсутствует

Использование СМП позволяет значительно сократить расстояние между Европой и Азией по сравнению с традиционными маршрутами, что способствует уменьшению времени и затрат на транспортировку грузов.



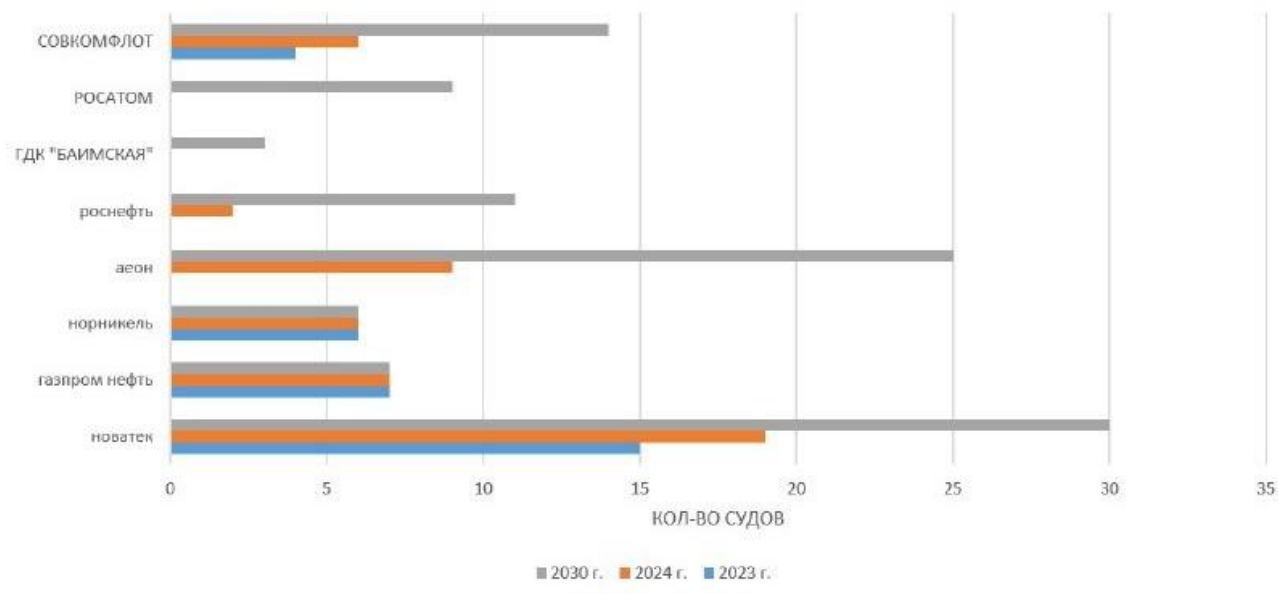
Рис 1- Северный морской путь

Особенности навигации в Арктическом регионе обусловлены сложными климатическими и гидрографическими условиями, а также ограничениями в инфраструктуре.

Суда без ледового класса и с ледовым классом Ark 4 способны эксплуатироваться только в период с июля по середину ноября, тогда как в остальное время требуется использование судов с более высоким ледовым классом или сопровождение ледоколов.

Согласно диаграмме 1, за последние годы значительно увеличился парк ледокольных судов, и в ближайшем будущем планируется построить ещё больше таких судов.

Диаграмма 1-Флот и судоходные компании Арктического бассейна



Таким образом, судоходство по Северному морскому пути без сопровождения ледоколов возможно лишь в ограниченный летний период. В остальное время навигация осложняется наличием дрейфующих и многолетних льдов, резкими изменениями погодных условий, туманами и полярной ночью [2].

Для того чтобы эффективно использовать СМП в качестве международного транспортного коридора, необходимо обеспечить круглогодичную и безопасную навигацию как для российских, так и для иностранных судов. Решением этой задачи является строительство ледокольного флота, данные о котором представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Инвестиционные издержки на строительство флота

Проект	Год ввода	Стоимость (млрд. Руб.)
"Арктика"	2020	42.0

"Сибирь"	2021	44.1
"Урал"	2022	44.1
"Якутия"	2026(план)	28.3 из 56.6

Тем не менее, высокая стоимость строительства флота с усиленным ледовым классом и расходы на ледовую проводку ставят под вопрос коммерческую эффективность и конкурентоспособность Северного морского пути. Помимо значительных затрат, ледовые каналы, проложенные ледоколами, часто содержат крупные ледяные обломки, что в сочетании с изменчивостью ледового покрова и недостаточно развитой навигационной инфраструктурой увеличивает риск аварий на море. Это, в свою очередь, повышает потребность в современных навигационных технологиях и профессиональных знаниях для обеспечения безопасности [2].

В частности, использование спутниковых данных позволяет сократить затраты на ледоколы примерно на 17% (см. рис. 5). Для снижения высоких расходов на арктическую навигацию предлагается уменьшать зависимость от ледоколов. Одним из решений является строительство более экономичных ледоколов, таких как инновационные суда типа «Помор», обладающие эффективной конструкцией со ступенчатыми обводами и особым форштевнем, что улучшает способность расчищать ледяные каналы. Простота конструкции этих ледоколов способствует снижению их стоимости. В 2020 году в Крылатском государственном научном центре прошли испытания модели, которые подтвердили высокую эффективность ступенчатой формы в разрушении льда и создании чистого канала [4].

Внедрение спутниковой системы "Полярис" позволило повысить точность прогнозирования ледовых условий на 37%. Система объединяет: - Радарную съемку со спутников "Арктика-М" - Данные подводных дронов-глайдеров - Нейросетевой анализ исторических паттернов Реализация федеральной программы экологического мониторинга предусматривает развертывание 80 стационарных станций наблюдения

к 2025 году, охватывающих ключевые точки СМП[4]. Каждая станция оборудована:
- Метеорологическими сенсорами - Гидроакустическими буями - Автоматическими пробоотборниками воды

Кроме того, разработана недорогая ледовая приставка «Помор-Р», предназначенная для продления навигационного сезона. Ледовая приставка «Помор-Р» представляет собой съемный модуль, который крепится к носовой части судна и выполняет функции мини-ледокола. Принцип работы основан на комбинированном воздействии: при движении судна приставка приподнимает лёд, создавая трещины, после чего корпус судна завершает разрушение ледяного покрова. Её ключевые особенности:

- Ступенчатая форма корпуса – обеспечивает эффективное разрушение льда за счёт распределения нагрузки.
- Усиленный форштевень – позволяет раскалывать лёд толщиной до 1,2 метра, что продлевает навигацию на 1–2 месяца.
- Модульность и быстрый монтаж – приставка может устанавливаться на различные типы судов, что снижает затраты на модернизацию флота.
- Экономичность – использование «Помор-Р» дешевле, чем аренда ледокола, и не требует изменения конструкции судна.



Рис.4- ледокол «Помор»[5]

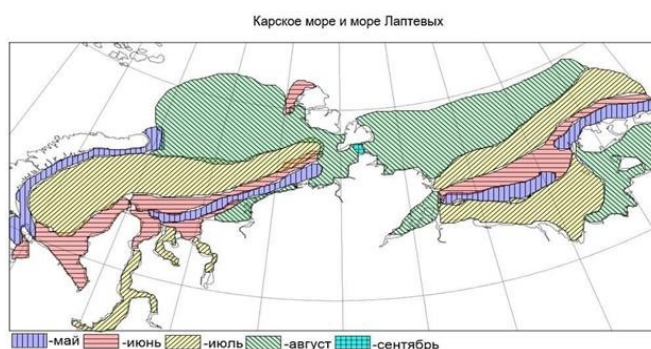


Рис.5-Карта возможных районов безопасного судоходства [3]

Комбинированный подход позволит сохранить темпы роста и достичь запланированных показателей. с 2023 по 2025 год объем перевозок увеличился с 46.82 до 110.21 млн.т. Прогноз к 2035 году 238.11 млн.т (рис.6). Немало важным преимуществом является увеличение навигационного периода для судов ледового класса Arc4 на 30–40 дней.

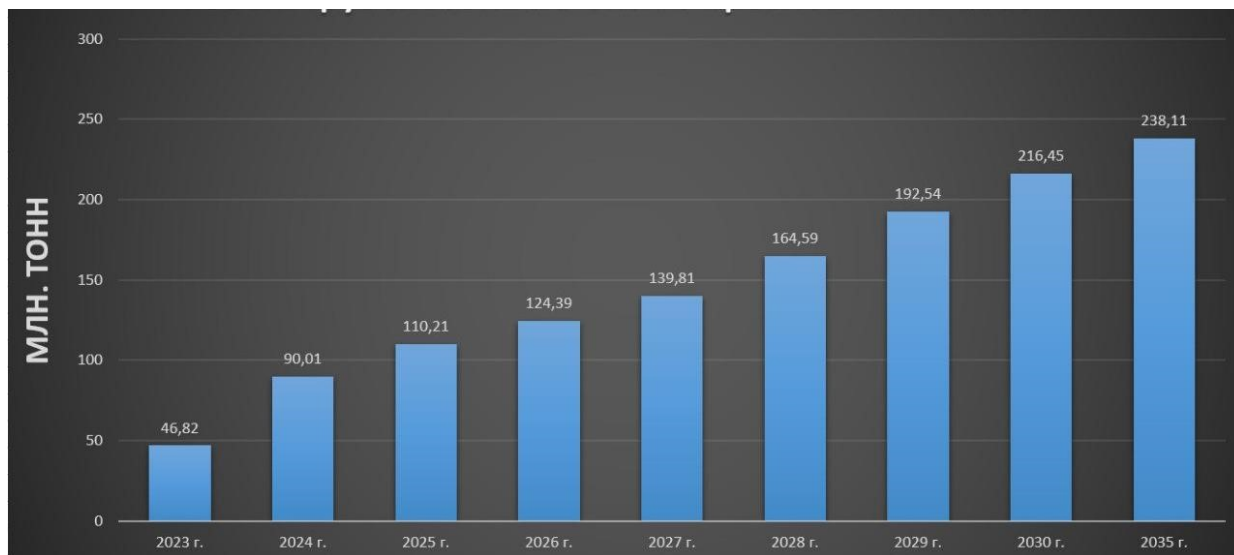


Рис.6 - Динамика объема грузопотока по СМП

Северный морской путь (СМП) как ключевая транспортная артерия Арктики требует комплексного подхода к своему развитию, гармонично сочетающего экономические, технологические и экологические аспекты. Особое значение приобретает гармонизация экологических стандартов с требованиями международных организаций, таких как Арктический совет и Международная морская организация (ИМО). В этом контексте выделяются три приоритетных направления международного сотрудничества: унификация правил обработки судового балласта, создание трансарктической системы аварийного реагирования нового поколения, а также разработка единой межгосударственной базы данных по ледовым условиям в режиме реального времени.

Успешным примером международного сотрудничества стал российско-норвежский проект "Арктический мост", который на практике продемонстрировал эффективность совместного использования ледокольного флота. Реализация проекта позволила достичь значительной экономии - расходы на проводку судов

сократились на 22%, при этом был зафиксирован заметный экологический эффект за счет снижения углеродного следа. Этот опыт подтверждает, что международное партнерство может стать действенным инструментом оптимизации арктического судоходства.

Перспективы развития СМП напрямую связаны с внедрением инновационных технологических решений. Особое внимание уделяется:

1. Разработке новых типов ледоколов с улучшенными эксплуатационными характеристиками
2. Активному внедрению спутниковых систем мониторинга и навигации
3. Созданию интеллектуальных систем управления судоходством
4. Развитию береговой инфраструктуры нового поколения

Прогнозируемый рост грузопотока до 238 млн тонн к 2035 году свидетельствует о значительном потенциале СМП, однако его успешная реализация требует тщательного баланса между экономической эффективностью и экологической устойчивостью арктического региона. Особую сложность представляет необходимость одновременного решения нескольких задач: обеспечения безопасности судоходства, минимизации антропогенного воздействия на хрупкие арктические экосистемы и поддержания конкурентоспособности маршрута на глобальном транспортном рынке.

Особое значение приобретает разработка специализированного правового режима, который учитывал бы как национальные интересы России, так и международные обязательства в области охраны окружающей среды. Только комплексный подход, сочетающий технологические инновации, международное сотрудничество и экологическую ответственность, позволит полностью реализовать потенциал Северного морского пути как стратегической транспортной артерии XXI века.

Список используемых источников

1. Северный морской путь / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://ntranslab.ru/local/templates/.default/public/img/Доклад%20№2.%20СМП.%20Грузовая%20база,%20ч.2.pdf> (дата обращения: 20.04.2025).
2. Ананьева А.А Навигация в Арктике / Ананьева А.А [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: [https://7universum.com/pdf/tech/2\(119\)%20%5B15.02.2024%5D/Ananeva.pdf](https://7universum.com/pdf/tech/2(119)%20%5B15.02.2024%5D/Ananeva.pdf) (дата обращения: 20.04.2025).
3. Olivier Faury and etc. ARCTIC NAVIGATION: STAKES, BENEFITS AND LIMITS OF THE POLARIS SYSTEM. Journal of Ocean Technology 13(4):54-67. 2018. URL: https://www.researchgate.net/publication/329416377_ARCTIC_NAVIGATION_STAKES_BENEFITS_AND_LIMITS_OF_THE_POLARIS_SYSTEM#:~:text=,the%20research%20you%20need (дата обращения: 20.04.2025).
4. От ледокола к ледовой приставке / [Электронный ресурс] // : [сайт]. — URL: <https://voir.tech/ru/news/2067> (дата обращения: 20.04.2025).