



РОСАТОМ



ЦМИ  
МГУ

---

# КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ В АКВАТОРИИ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ



# ВВЕДЕНИЕ

Глобальные природные процессы и антропогенное воздействие могут оказывать существенное влияние на изменение облика Арктики. В регионе сложилась своя хрупкая и уникальная экосистема, включающая множество видов растений, животных, грибов и микроорганизмов, многие из которых внесены в Красную книгу Российской Федерации и в Красный список Международного союза охраны природы (МСОП).

При этом Арктика — это еще и регион с совокупным населением почти 4 млн человек, обладающий огромным потенциалом для развития.

Интерес человека к арктическим акваториям как к транзитному коридору появился еще в XVI в. На протяжении пяти столетий проводились экспедиции, направленные сначала на поиски прохода в Азию, а затем на изучение природных богатств региона.

После удачной экспедиции О.Ю. Шмидта на ледоколе «Александр Сибиряков» в 1932 г. стала возможна прокладка Северного морского пути (СМП). С тех пор началось все-сезонное исследование арктических акваторий, в том числе с целью изучения логистических коридоров в северных морях.

Современные мировые тенденции трансформируют СМП в круглогодичный транспортно-логистический маршрут, для которого необходимо безопасное и устойчивое арктическое судоходство, а создание современной и эффективной портовой инфраструктуры предполагает постоянный контроль за состоянием прилегающих к СМП водных и наземных арктических экосистем, т. е. обеспечение

экологической безопасности Арктики. Последнее возможно при системном применении нормативно-правового обеспечения, управленческих, навигационных и технологических решений, а также оперативном взаимодействии органов власти, природопользователей и экспертного сообщества.

Один из наиболее эффективных механизмов получения необходимой информации о состоянии окружающей среды в Арктике — экологический мониторинг, проводимый непрерывно с максимально возможным территориальным охватом и применением современных технологий. Мониторингу содействуют и меры по выявлению, предупреждению и устранению угроз безопасности, локализации и нейтрализации их последствий, включая дистанционные методы экологических исследований.

Обобщение результатов предшествующих экологических исследований акватории выявило пробелы в информации об акватории СМП. К примеру, большая часть данных получена только в летние месяцы, а сезонная динамика биологических процессов в море и на суше, а также годовой цикл, исследованы достаточно слабо. Наиболее подробно изучены моря Западной Арктики, в то время как исследования, например, в Восточно-Сибирском море и море Лаптевых носят точечный характер. В связи с этим потребовалось создание комплексной программы систематических исследований окружающей среды, которая позволяла бы обеспечить экологическую безопасность региона с учетом глобальных экологических изменений, а также растущей интенсивности судоходства по СМП.



Экспедиция Отто Шмидта на ледокольном пароходе «Александр Сибиряков». Архивное фото

Первым шагом на этом пути стал совместный проект Центра морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова (ЦМИ МГУ) и Госкорпорации «Росатом», запущенный в 2021 г. Участие в проекте приняли зарубежные и российские научные организации, сформировавшие международную группу экспертов (МГЭ).

Проект разработан в соответствии с лучшими российскими и международными стандартами в области защиты окружающей среды и биоразнообразия, а также рекомендациями Арктического совета и его рабочих групп в части мониторинга и оценки состояния окружающей среды в Арктике (Рабочая группа по реализации программы арктического мониторинга и оценки, Рабочая группа по сохранению арктической флоры и фауны, Рабочая группа по защите Арктической морской среды).

## Цели проекта

- Комплексная оценка текущего состояния окружающей среды в акватории СМП.
- Изучение влияния арктического судоходства и развития инфраструктуры на биоразнообразие Арктики.
- Разработка Комплексной программы мониторинга состояния окружающей среды и биоразнообразия в акватории СМП в соответствии с передовыми мировыми практиками для обеспечения устойчивого и безопасного для окружающей среды развития региона.

*В ЦЕНТРЕ ВНИМАНИЯ – каботажное и транзитное арктическое судоходство, а также портовая инфраструктура СМП на этапе ее строительства и эксплуатации*

### Поэтапный план работ по созданию Комплексной программы мониторинга окружающей среды и биоразнообразия 2021–2023 гг.



# ПРОЕКТ В ЦИФРАХ



более **120** человек  
в проекте



**18** организаций участников проекта



**22** месяца работ  
по спутниковому мониторингу  
за судовой нагрузкой и загрязнением СМП



**147** комплексных станций



**5** задействованных судов



**1200** проб планктона  
и 600 проб бентоса



**100** проб атмосферного воздуха,  
400 проб морских вод  
и около 130 проб донных отложений

Исследовательское судно  
«Алексей Марышев»



# ЭКОСИСТЕМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА 147 КОМПЛЕКСНЫХ СТАНЦИЯХ ВДОЛЬ ВСЕГО СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Полевые работы в границах акватории СМП проводились в летне-осенний сезон 2021 и 2022 гг. с исследовательских судов «Алексей Марышев», «Иван Киреев», «Профессор Логачев», «Картеш», а также с атомного лихтеровоза «Севморпуть». В 2023 г. проведены полевые работы в акваториях портов Амдерма, Сабетта, Утренний, Диксон, Дудинка, Хатанга, Тикси и Певек (рис. 1).

Сетка комплексных станций экологического мониторинга была разработана на основании анализа открытых литературных и фондовых данных исследований прошлых лет. При расстановке станций учитывались основные маршруты движения судов по СМП и расположение районов повышенной значимости (лежбища моржей, зоны их кормления, миграции и зимовки, зоны линьки, миграции, размножения и кормления птиц и др.).

В период работ на станциях проводились исследования атмосферного воздуха, отбирались пробы морских вод и донных отложений, микропластика, измерялись

температура и соленость водной толщи, фиксировалось наличие крупного мусора. Изучение биоты арктических морей включало отбор проб для анализа количественных и качественных показателей планктонных и бентосных сообществ, а также для исследования наличия биологических инвазий, что важно для формирования комплексного представления о состоянии морских экосистем Арктики. Велись наблюдения за морскими млекопитающими и птицами.

За время рейсов в 2021–2022 гг. из всех млекопитающих чаще всего встречались моржи — более 78 %. Всего было зафиксировано 4 из 5 видов-биоиндикаторов\* — белый медведь, кольчатая нерпа, морж и белуха (рис. 2).

\*Виды-биоиндикаторы являются важным показателем устойчивости экосистем. В 2015 г. Минприроды России установило перечень видов — индикаторов устойчивого состояния морских экосистем Арктической зоны РФ (АЗ РФ).

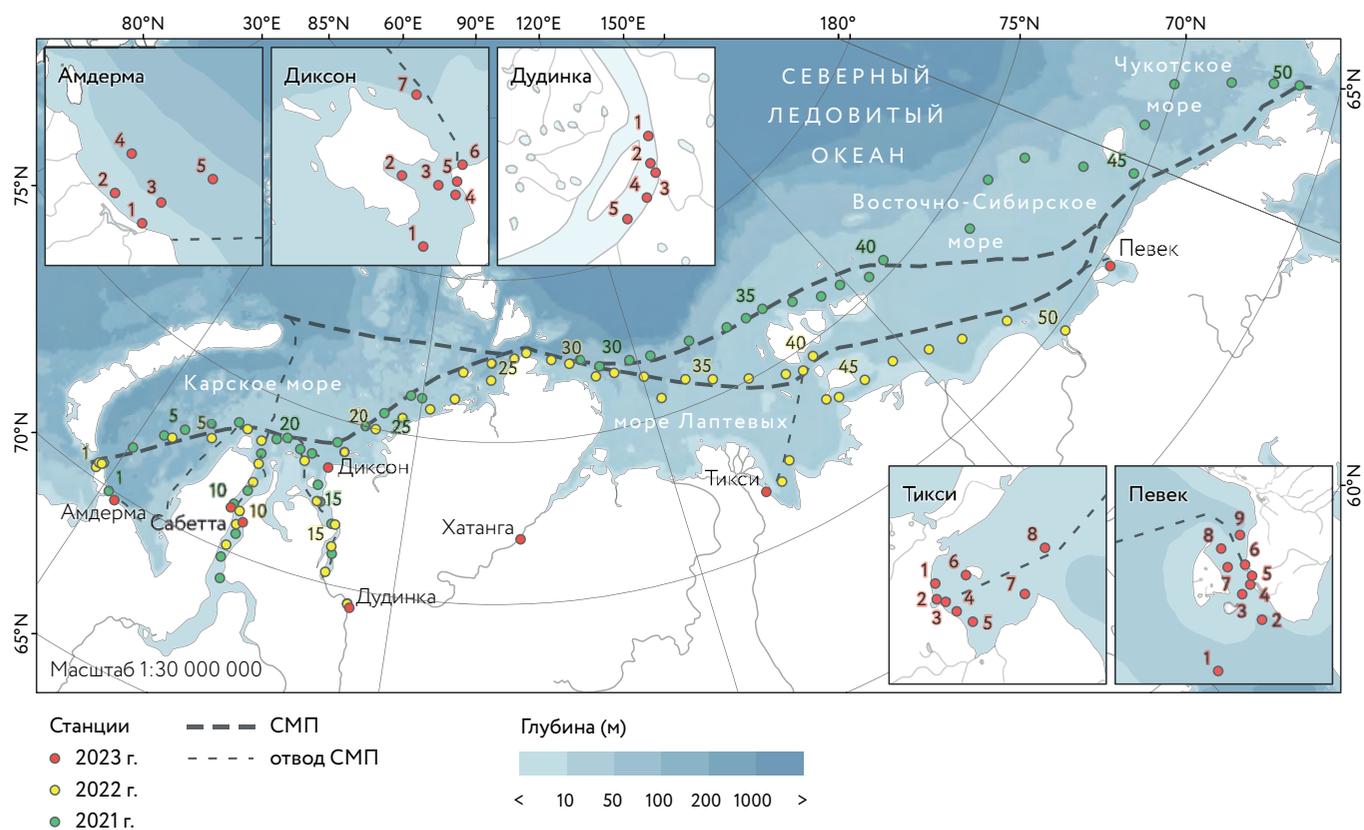


Рис. 1. Расположения комплексных станций базовых экосистемных исследований (комплексные станции пронумерованы отдельно для каждого порта)



Отбор проб воды  
в море Лаптевых



Отбор проб иктиопланктона  
в Восточно-Сибирском море

В попутных судовых учетах 2021–2022 гг. морских птиц было отмечено 6 из 10 видов-индикаторов — обыкновенная гага, бургомистр, моевка, чистик, тонкоклювая и толстоклювая кайра. Чаще всего встречались морянка, тонкоклювый буревестник и моевка — эти три вида совокупно составили более 73 % всех учтенных птиц (рис. 3).



**Белый медведь** (*Ursus maritimus*) — самый крупный наземный хищник планеты, входит в Красную книгу РФ. На территории Российской Арктики обитают 4 субпопуляции из 19 выделенных в настоящее время



**Кольчатая нерпа** (*Pusa hispida*) — один из самых мелких тюленей. Является одним из основных кормовых объектов белого медведя, поэтому численность обоих видов тесно связана



**Морж** (*Odobenus rosmarus*) — стадное животное, образующее крупные залежки на пляжах и льдах, входит в Красную книгу РФ. У самок есть клыки в верхней челюсти, но они тоньше и короче, чем у самцов



**Белуха** (*Delphinapterus leucas*) — социальное животное характерного светлого окраса, не имеющее спинного плавника. Охотясь за рыбой может заходить глубоко в заливы и устья рек



**Обыкновенная гага** (*Somateria mollissima*) — крупная морская утка, выходит на берег только в период гнездования, но не далее 500 метров в глубь побережья



**Бургомистр** (*Larus hyperboreus*) — вторая по размерам светло-серая чайка. Бургомистры кочуют по северным побережьям и морям вплоть до предзимья



**Моевка** (*Rissa tridactyla*) — типично морской вид чаек, гнездящийся колониями на скалистых островах и побережьях. Частично перелетный, частично кочующий вид



**Чистик** (*Cerphus grylle*) — истинно морская птица величиной с голубя, гнездится в основном в укрытиях на островах. Прекрасно плавает и ныряет, не совершает дальних миграций



**Тонкоклювая кайра** (*Uria aalge*) — кочующая морская птица, два ее подвида гнездятся в Баренцевом и Чукотском морях. На суше неуклюжи, но прекрасно приспособлены к жизни в воде



**Толстоклювая кайра** (*Uria lomvia*) — обитает вдоль побережий арктических и субарктических морей и является одной из самых глубоко ныряющих летающих птиц



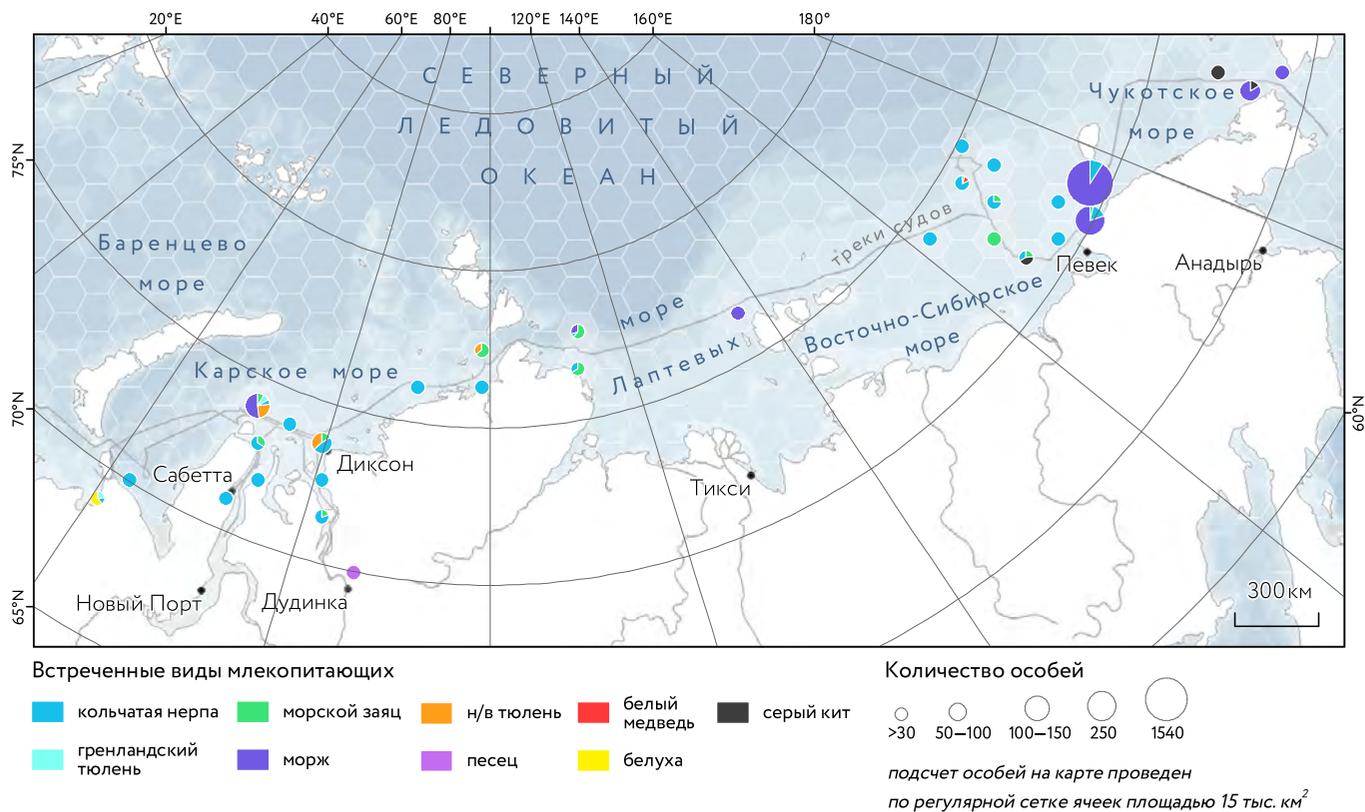


Рис. 2. Распределение встреч морских млекопитающих на акватории СМП по данным попутных судовых наблюдений в 2021 г.

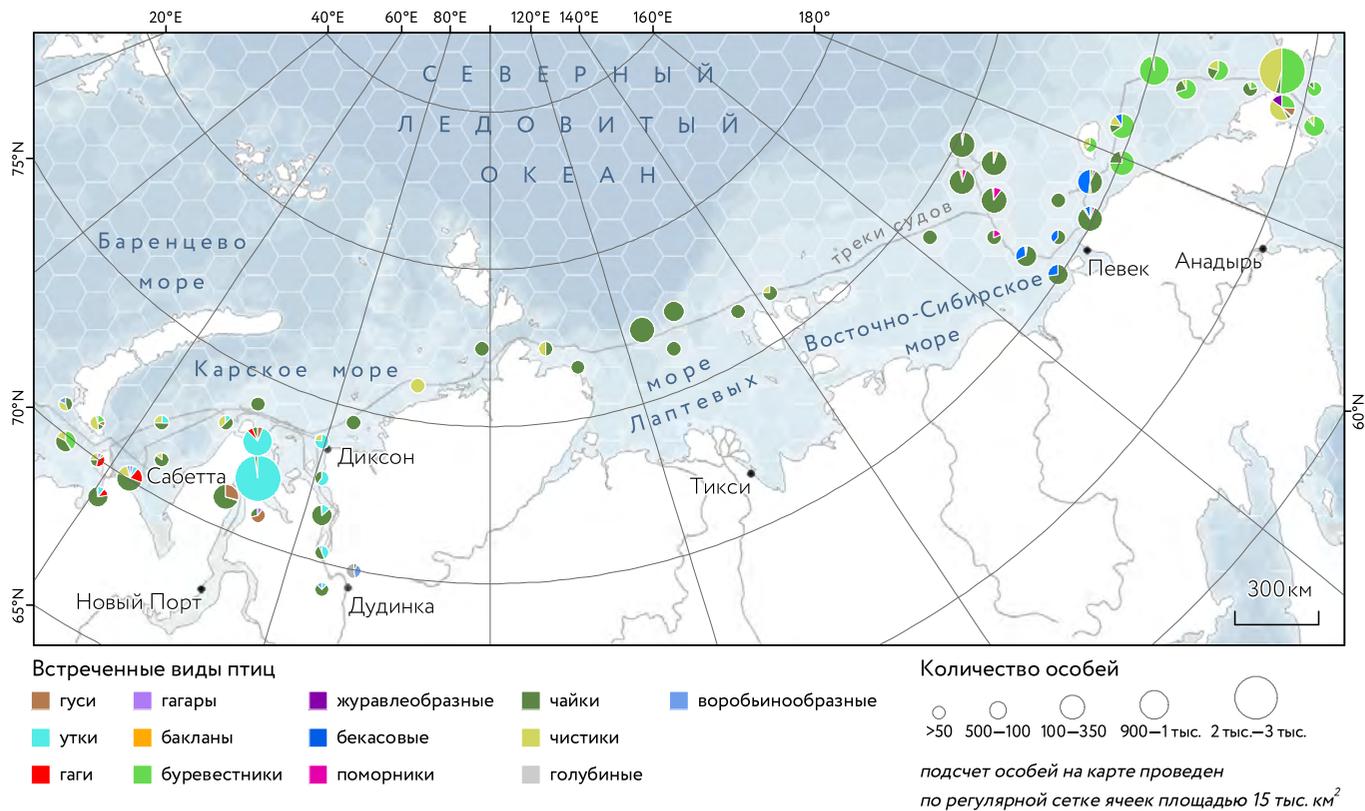


Рис. 3. Распределение групп птиц по видовым группам на акватории СМП по данным попутных судовых наблюдений в 2021 г.

# ОБРАБОТКА ДАННЫХ

В период с октября по декабрь в 2021, 2022 и 2023 гг. в специализированных лабораториях Москвы и Санкт-Петербурга выполнялась обработка проб и проводился дальнейший камеральный анализ полученных в ходе полевых работ материалов.

Суммарно за три года работы специалисты проанализировали 100 проб атмосферного воздуха, 400 проб морских вод на более чем 35 параметров и около 130 проб донных отложений на более чем 30 параметров (рис. 4, 5). Гидробиологи обработали более 1200 проб планктона, включая бактериопланктон, фитопланктон, зоопланктон и ихти-

опланктон, а также около 600 проб бентоса, включая макробентос, мейобентос, микрофитобентос.

Исследования показали, что в летне-осенние периоды оцениваемые параметры по большинству показателей имели значения, характерные для сезонов и регионов наблюдения.

Продолжение круглогодичных исследований позволит сравнивать результаты будущих экспедиций с полученными значениями, наблюдать за происходящими изменениями и корректировать программы мониторинга на основании выводов о состоянии морских экосистем.



Определение видовой принадлежности арктических ракообразных в лаборатории гидробиологии ЦМИ МГУ

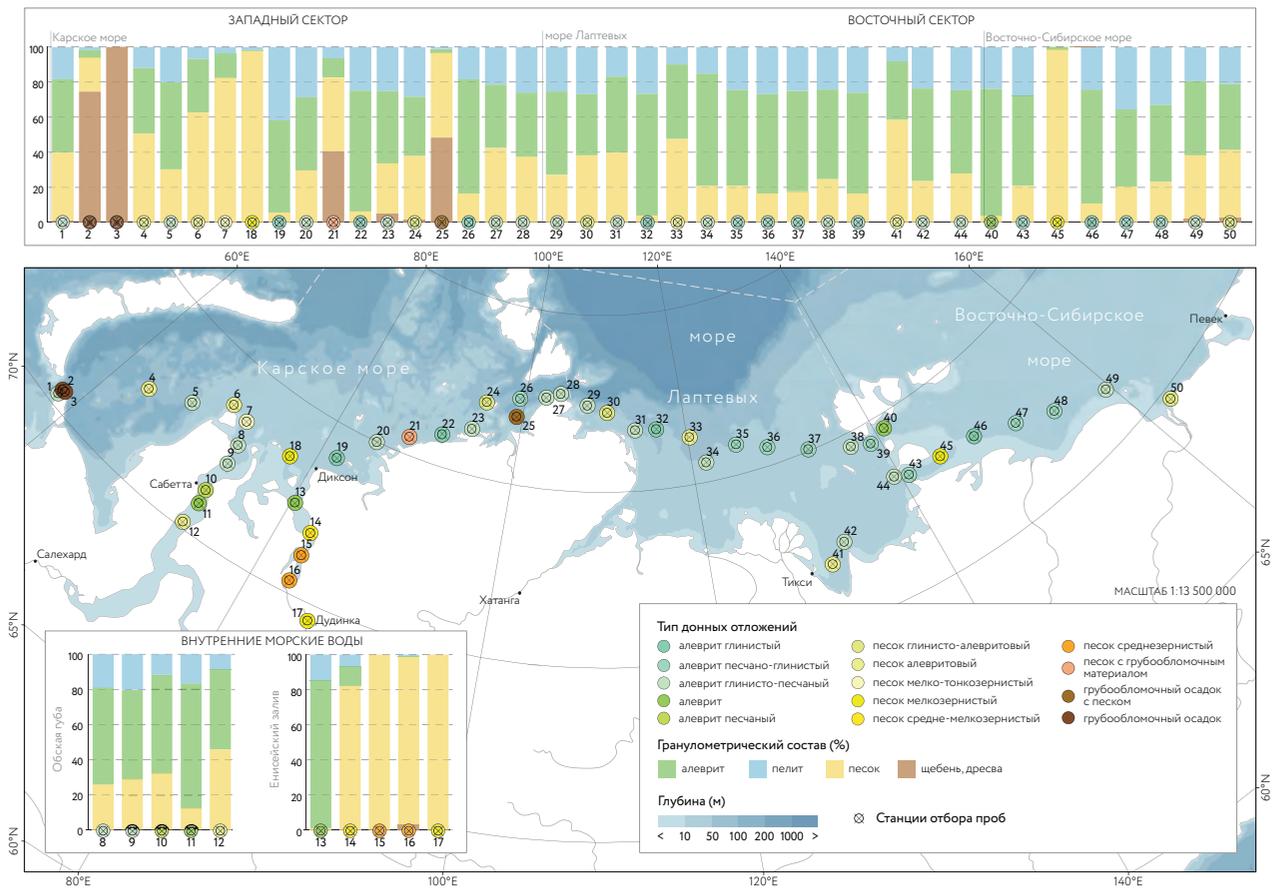


Рис. 4. Распределение типов донных отложений по станциям в 2022 г.

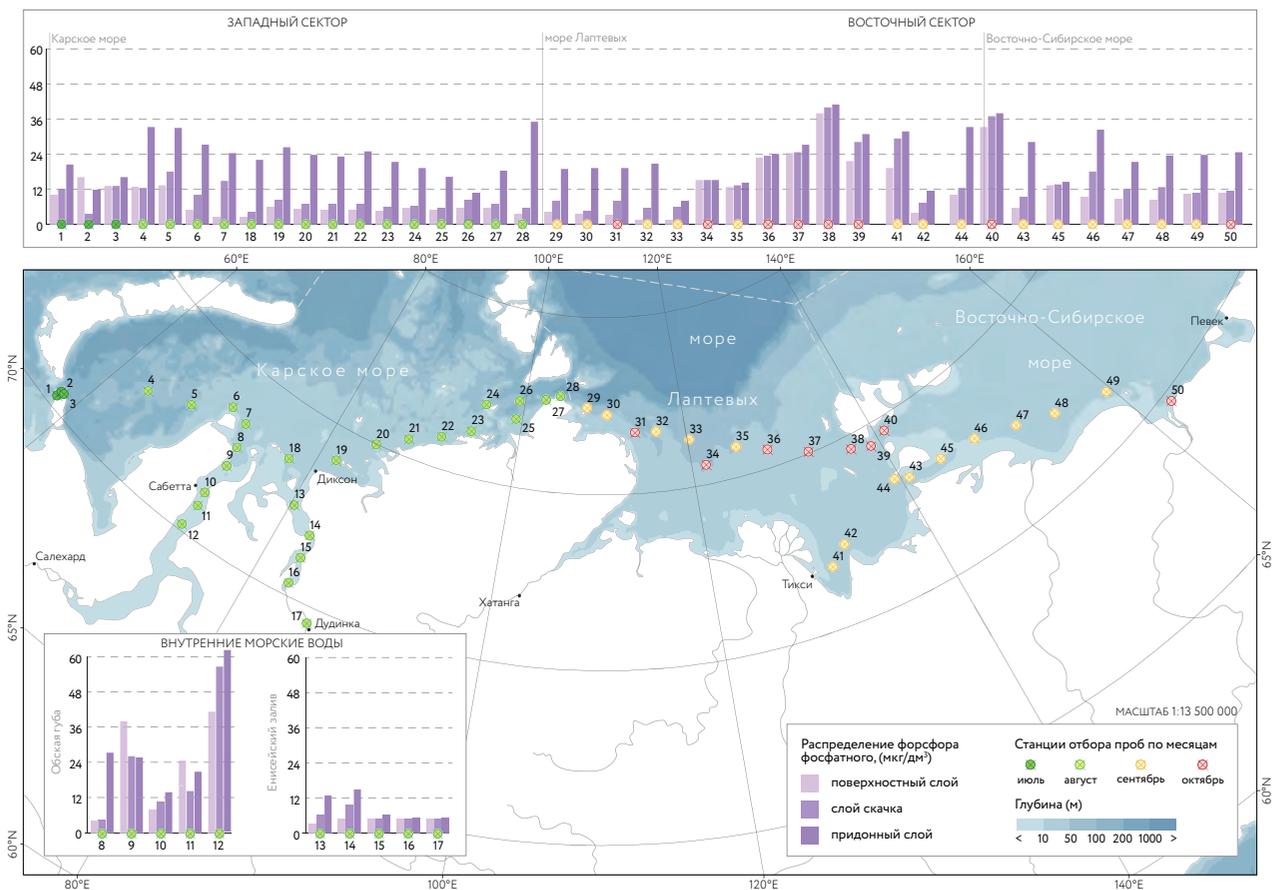


Рис. 5. Распределение фосфора фосфатного по станциям в 2022 г.

# ЦИФРОВЫЕ СЕРВИСЫ И СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ АКВАТОРИИ СМП

Главная цель развития как Северного морского пути, так и его инфраструктуры — осуществление ответственного, эффективного и безопасного судоходства в арктических широтах. В 2021–2023 гг. реализован проект цифрового сервиса спутникового экологического мониторинга судовой нагрузки и загрязнений акватории СМП. Рост активности движения судов связан не только с увеличением объема грузоперевозок, но и с увеличением частоты исследований арктических морей.

## Мониторинг загрязнений

В результате проекта был обнаружен ряд локальных загрязнений в Енисейском заливе, море Лаптевых, Восточно-Сибирском и Карском морях. Профильные специалисты лаборатории оптики океана Института океанологии РАН после дополнительной экспертизы результатов мониторинга определили поверхностный характер воздействия и небольшой срок жизни загрязнений, что не потребовало мер по их ликвидации.

## Плотность движения судов

Анализ плотности движения судов в период мониторинга проводился на основе данных автоматической идентификационной системы (АИС). В соответствии с результатами проекта районом наиболее интенсивного судоходства на протяжении всего периода является юго-западная часть Карского моря с максимальной интенсивностью в Обской губе, где основной вклад вносит речной транспорт. В декабре с установлением устойчивого ледяного покрова наблюдается значительное снижение судовой активности как в акватории Карского моря, так и в целом на акватории СМП (рис. 6).

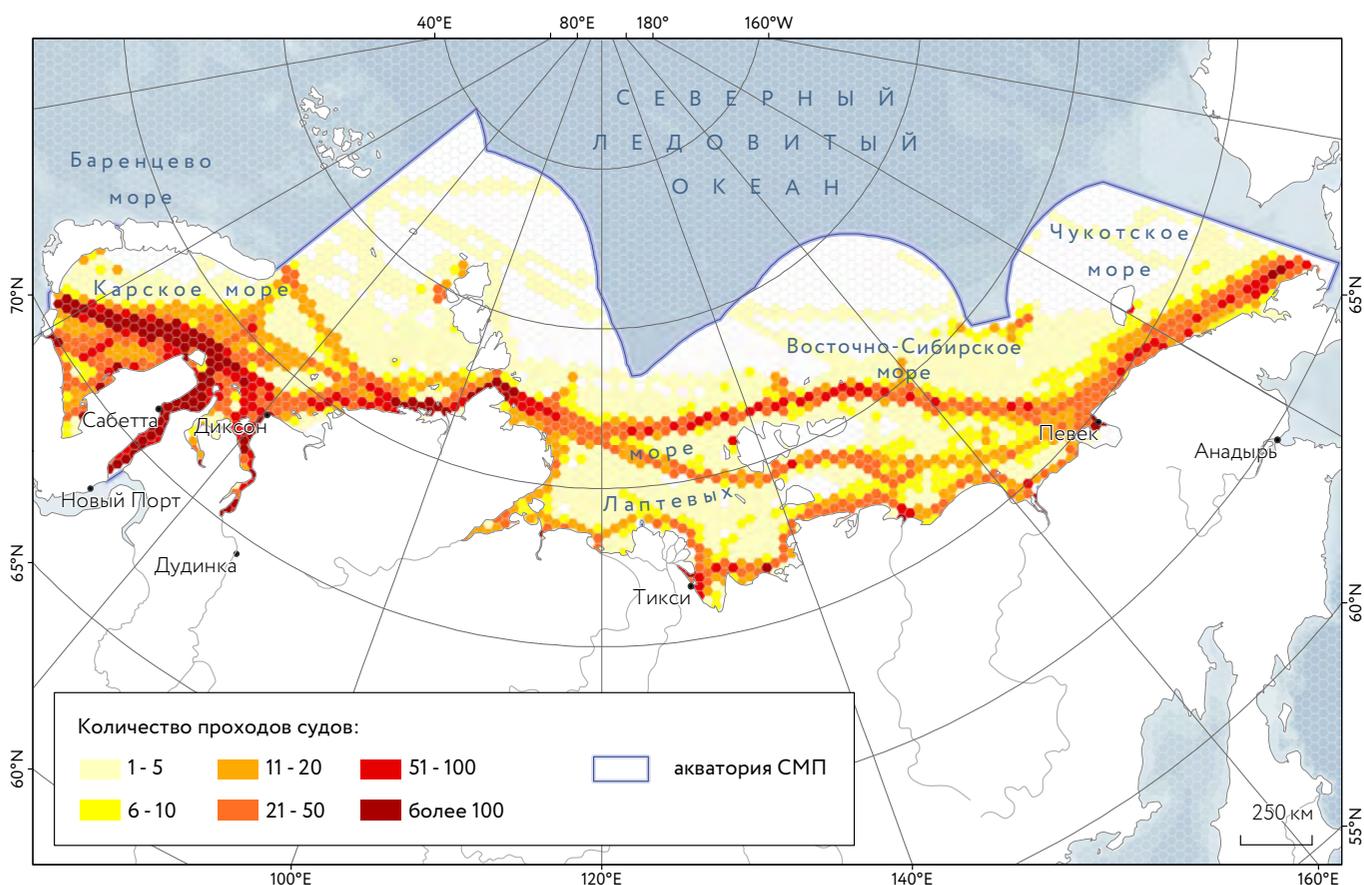


Рис. 6. Интегральная судовая нагрузка на акваторию СМП за IV квартал 2021 г.

## Дополнительная информация

### Единая платформа цифровых сервисов СМП

Для регулярного сбора, агрегации, хранения и аналитической обработки данных мониторинга в 2024–2025 гг. планируется к введению подсистема «Мониторинг экологической обстановки в акватории СМП» Единой платформы цифровых сервисов (ЕПЦС). Результаты экологического мониторинга будут представлены в подсистеме в виде двух сервисов:

- Цифровой сервис «Информационно-аналитический портал экологического мониторинга»;
- Цифровой сервис «Мониторинг экологической обстановки в акватории СМП».

ЕПЦС СМП с интегрированной в сервис программой экологического мониторинга станет единой цифровой платформой, позволяющей эффективно контролировать состояние окружающей среды в акватории АЗРФ и снижать риски негативного воздействия. Также платформа обеспечит возможность минимизации антропогенного воздействия и построения прогнозов для оперативного принятия управленческих решений в области охраны окружающей среды и предотвращения возможных экологических угроз.



Сопровождение грузового судна «Полар Кинг» атомным ледоколом «50 лет Победы»

# МЕЖДУНАРОДНАЯ ГРУППА ЭКСПЕРТОВ

Ключевым условием устойчивого развития судоходства по СМП является его соответствие не только российским, но и международным экологическим стандартам и лучшим природоохранным практикам. В связи с этим одной из приоритетных задач проекта экологического мониторинга СМП стало взаимодействие с международным экспертным сообществом с целью обмена опытом и будущей

координации программы мониторинга с существующими платформами сбора экологических данных в Арктике.

В сентябре 2021 г. Центр морских исследований МГУ имени М.В. Ломоносова создал международную группу экспертов экологического мониторинга СМП (МГЭ), которая стала международным форумом для обсуждения концепции и реализации проекта.

---

## *ЦЕЛЬ РАБОТЫ МГЭ — оценка комплексной программы мониторинга состояния окружающей среды и биоразнообразия на акватории СМП и разработка рекомендаций по ее улучшению*

---

Участники МГЭ — эксперты по птицам, зоо- и фито-планктону, морским млекопитающим, рыбам и т. д., представляющие более 18 ведущих российских и зарубежных научно-исследовательских институтов, ассоциаций, объединений и общественных организаций в сфере охраны окружающей среды и сохранения биологического разнообразия, среди которых Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН и др. На протяжении трех лет в проекте принимали участие представители научных учреждений Китая, Индии, Египта, Малайзии, Турции, а также Норвегии, Финляндии, Франции, Исландии, Великобритании.

В 2021–2023 гг. члены МГЭ принимали участие в проведении научно-аналитической и экспертной работы по экологическому мониторингу в качестве рецензентов Комплексной программы экологического мониторинга, выступали с докладами, а также инициировали дискуссии по направлениям работ в рамках проекта.

Одной из важнейших тем для МГЭ стала оценка воздействия каботажного и транзитного арктического судоходства, а также портовой инфраструктуры СМП на биоразнообразие и состояние морей Российской Арктики, включая:

- выбор объектов мониторинга (индикаторов) по результатам проведения процедуры ранжирования;
- оценку уязвимости объектов биоразнообразия и возможности их использования для мониторинга воздействий судоходства;
- разработку программы для каждого выделенного объекта мониторинга (группы близких объектов/видов) — параметров мониторинга, его пространственно-временного охвата и используемых методов.

С целью более широкого взаимодействия с мировым экспертным сообществом проект был уже неоднократно представлен на таких международных площадках, как Arctic Frontiers, World Conference on Marine Biodiversity, АТОМЭКСПО, Восточный экономический форум, Петербургский международный экономический форум.



# КОМПЛЕКСНАЯ ПРОГРАММА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ НА АКВАТОРИИ СМП

## Программа разработана совместно с экспертным сообществом на основе результатов:

- сбора и анализа фондовых данных предыдущих исследований по региону;
- пилотного экологического мониторинга на 50 комплексных станциях на всем протяжении СМП;
- совместной с международной группой экспертов научно-аналитической работы по разработке модели оценки влияния судоходства и портовой инфраструктуры на морские экосистемы в акватории СМП.

Работа над комплексной программой мониторинга состояния окружающей среды и биоразнообразия на акватории СМП позволила сделать следующее:

- интегрировать рекомендации по организации экологического мониторинга СМП в единую программу комплексного мониторинга окружающей среды и биоразнообразия в акватории СМП;
- разработать систему мероприятий по мониторингу и контролю состояния окружающей среды в акватории СМП с учетом российских государственных, коммерческих, научных и некоммерческих организаций и зарубежного экспертного сообщества;
- подготовить программы экологического мониторинга с определением набора обязательных объектов мониторинга, параметров, методов, периодичности наблюдений и полигонов работ. Они были разработаны для абиотических (атмосферный воздух, морские воды, морские льды, донные отложения) и биологических (бактерио-, фито-, зоопланктон, макрзоо-, микрофитобентос, ихтиофауна, орнитофауна, морские млекопитающие) объектов;
- определить 80 полигонов мониторинга, включая портовые зоны, меридиональные разрезы через импактные и фоновые районы акватории СМП, стационарные полигоны наблюдения за птицами и морскими млекопитающими, для которых предложены программы мониторинга (рис. 7).

Основные вопросы, на которые должен ответить мониторинг биоразнообразия в системе комплексного экологического мониторинга СМП, относятся к ответной реакции экосистем на воздействия при осуществлении различных видов хозяйственной деятельности на СМП, включая арктическое судоходство:

- меняется ли состояние компонентов морских и прибрежных экосистем?
- какие именно негативные процессы происходят?
- какими воздействиями они могут быть вызваны?
- связаны ли эти изменения с эксплуатацией СМП?

В зависимости от современного уровня антропогенной нагрузки в результате деятельности СМП районы расположения полигонов и пунктов мониторинга были подразделены на следующие группы:

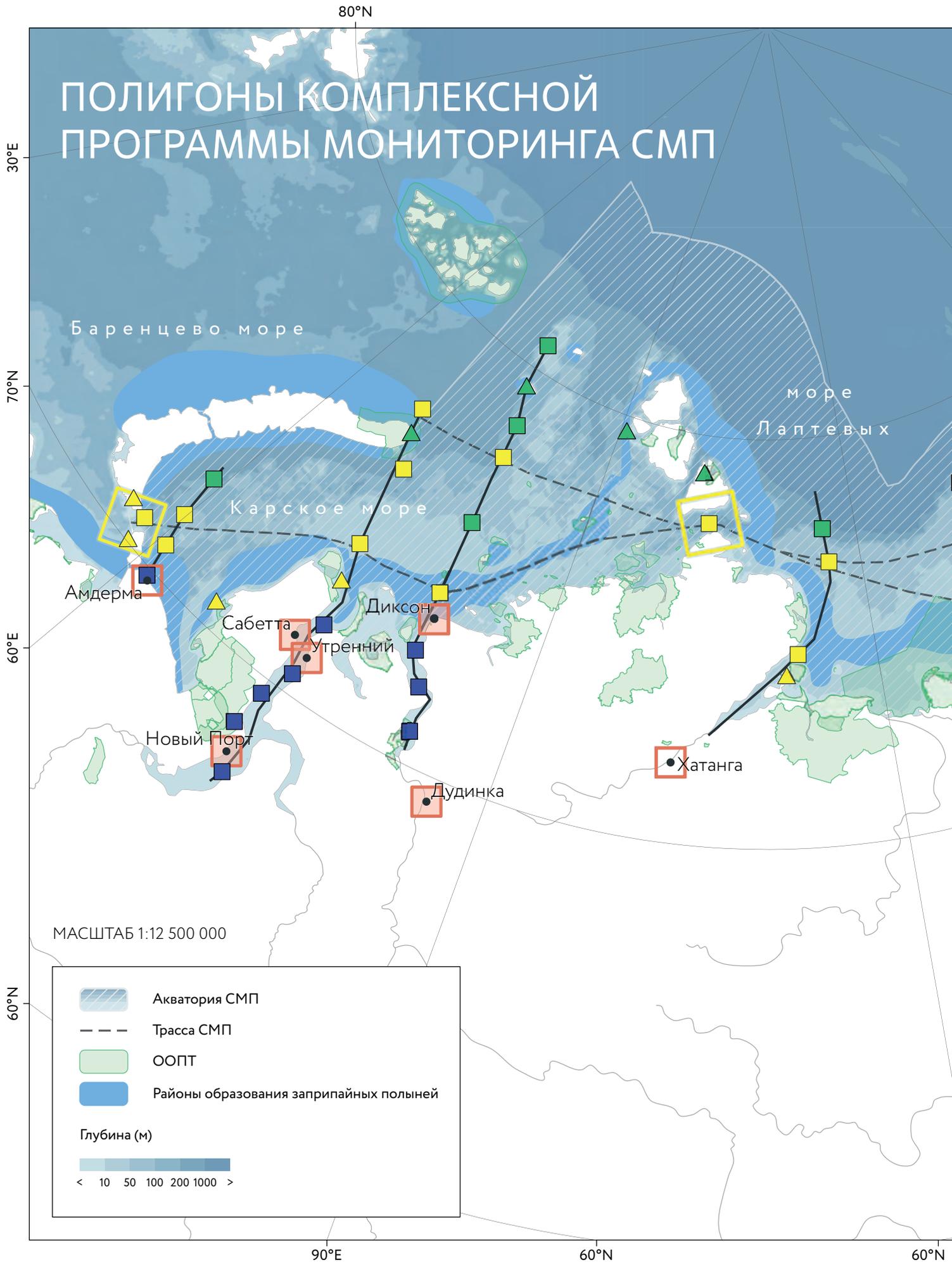
- фоновые (отсутствие прямого воздействия деятельности СМП);
- потенциально импактные (находятся в зоне постоянного воздействия, но наличие значимых эффектов от деятельности СМП пока не выявлено);
- импактные (районы с интенсивным выявленным антропогенным воздействием);
- районы портов и крупных заливов с интенсивным судоходством (Обская губа и Енисейский залив);
- места расположения колоний птиц и скоплений морских млекопитающих.

Комплексная программа содержит решения по работе с данными, геоинформационными системами (ГИС) и программными продуктами. В частности, программа предлагает методологию работы с открытыми базами данных, а также конкретный список ресурсов с тематическими базами данных, с которыми необходима интеграция. Для анализа и интерпретации полученных данных уже сформирован ряд решений с детальным описанием их работы.

## Для дальнейшего развития системы экологического мониторинга СМП программа предусматривает:

- интеграцию результатов фоновых и целевых экологического мониторинга в системы цифровых сервисов непрерывного мониторинга, пополняемых баз данных и систем их анализа;
- координацию с существующими национальными и региональными системами сбора и анализа данных;
- нормативно-правовое обеспечение программ мониторинга в соответствии с международным и российским законодательством;
- постоянные консультации и открытое взаимодействие с экспертным сообществом при разработке и эксплуатации системы экологического мониторинга в части анализа и оценки качества получаемой информации.

# ПОЛИГОНЫ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА СМП



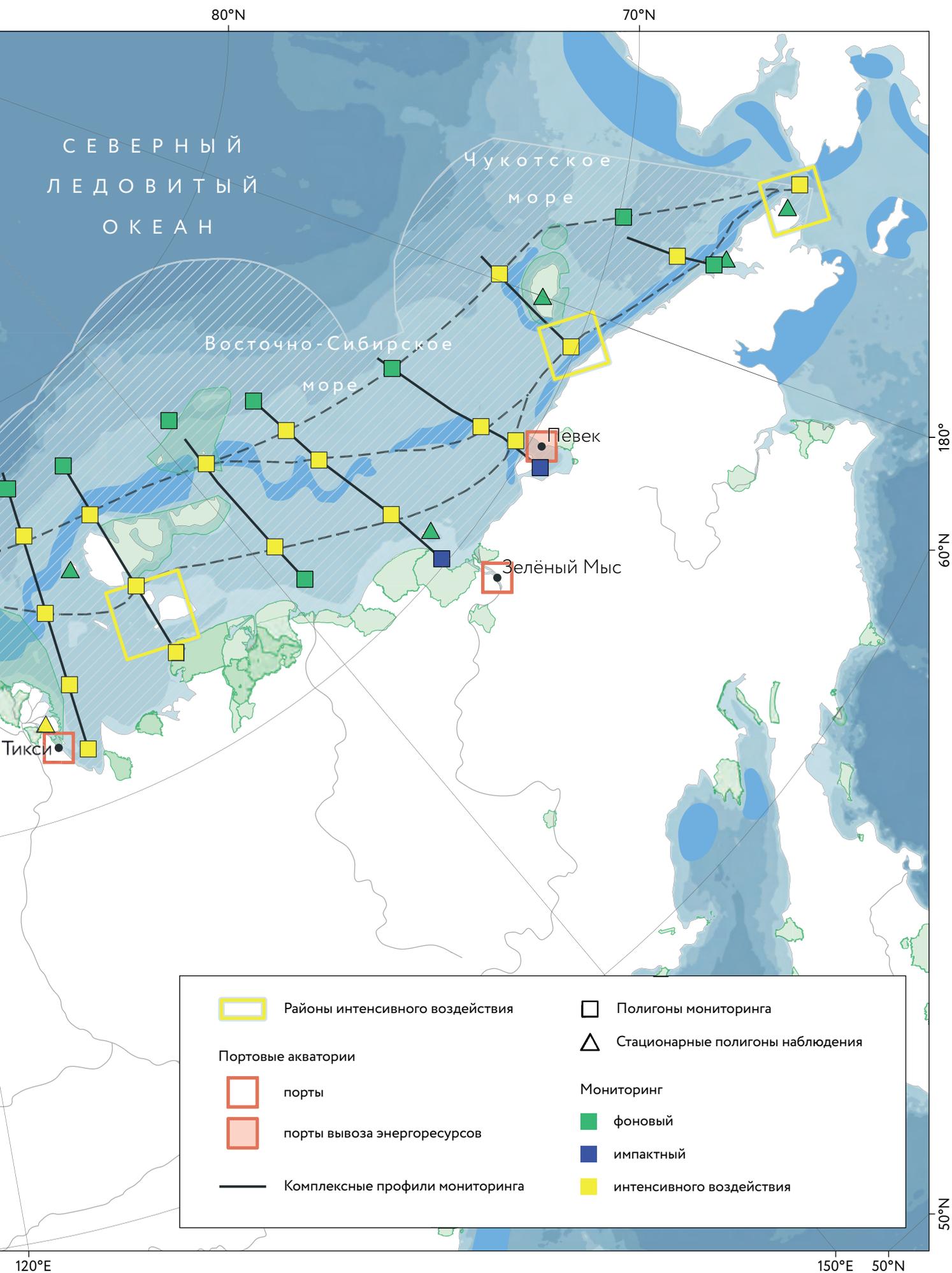


Рис. 7. Полигоны комплексной программы мониторинга СМП

# ВЫВОДЫ

Базовые экосистемные исследования, выполненные в 2021–2022 гг., — первый комплексный натурный экологический проект, реализованный вдоль всей акватории СМП и сфокусированный на изучении влияния судоходства на морские экосистемы акватории СМП. Результаты исследований подтверждают отсутствие на данный момент превышений предельно допустимых концентраций в атмосферном воздухе, морских водах, донных отложениях и отклонениях в целом, которые могли бы свидетельствовать о пагубном воздействии хозяйственной деятельности на СМП.

В 2023 г. работа по проекту продолжается: совместно с экспертным сообществом дорабатывается методология для каждого из направлений мониторинга акватории СМП, выполняются полевые работы по обследованию

портовых районов СМП, разрабатываются и тестируются новые цифровые экологические сервисы в акватории СМП.

В соответствии с Планом развития Северного морского пути с 2024 г. планируется создать систему государственного экологического мониторинга СМП для обеспечения постоянного наблюдения за состоянием морской среды на его акватории.

Проект сохраняет свою актуальность и в ближайшие годы потребует масштабирования в условиях активизации хозяйственной деятельности в северных морях и климатических изменений в Арктике. В связи с этим продолжение работ по экологическому мониторингу и внедрение мер по экологическому менеджменту будет содействовать устойчивому развитию СМП в долгосрочной перспективе.

Подробнее о проекте



Пресс-служба:  
[press@marine-rc.ru](mailto:press@marine-rc.ru)

